

年度绩效考核报告

刘佩莲（探测器一组）

2024年11月20日

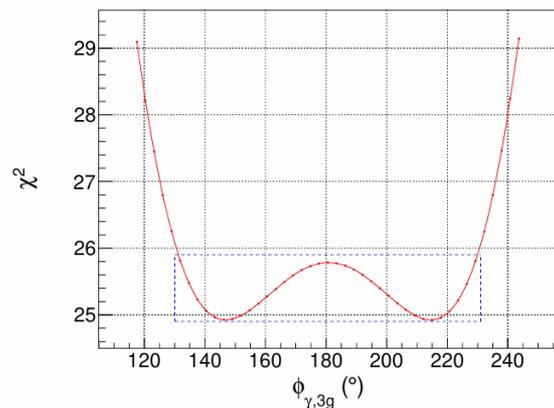
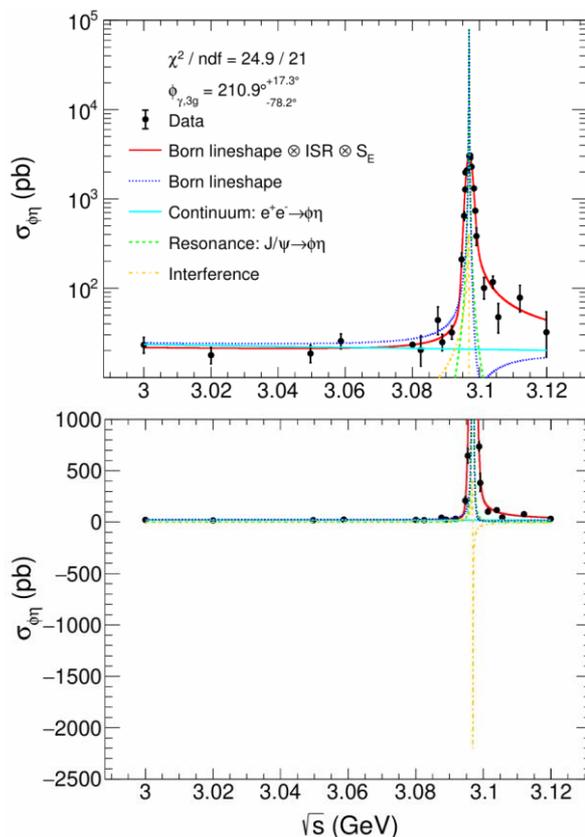
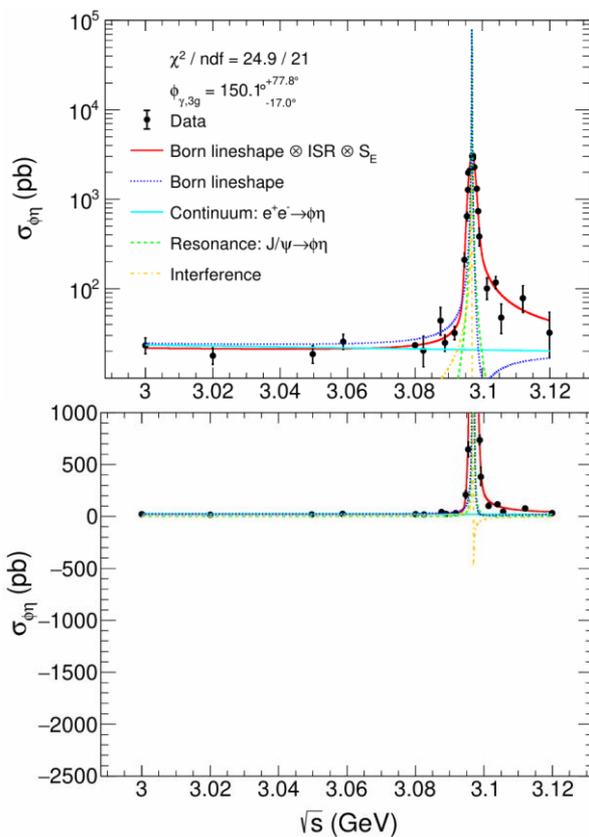
岗位职责

- BESIII物理分析
 - 直接测量 $J/\psi \rightarrow VP$ 强作用与电磁作用相对相位
 - τ -粲能区矢量介子单举产生的自旋排列
 - τ -粲能区奇异夸克到矢量介子的碎裂函数
- 先进半导体探测器
 - ATLAS硅微条探测器升级: 传感器抗辐照研究, 系统集成测试
 - 未来含时间信息的径迹探测器研究
 - 径迹重建相关算法开发

BES III 物理: 首次直接测量 $J/\psi \rightarrow VP$ 强作用与电磁作用相对相位

- 测量 $e^+e^- \rightarrow \phi\eta$ 在 J/ψ 峰值附近的截面, 拟合 lineshape 提取 $\phi_{\gamma,3g}$

$$\sigma(s) = \mathcal{P}_{\phi\eta}(s) \cdot \left(\frac{\mathcal{F}}{s^{a_0}}\right)^2 \cdot \frac{4\pi\alpha^2}{3s} \cdot \left|1 + \frac{3}{\alpha} \frac{s}{M} \frac{\Gamma_{ee} \cdot (1 + C \cdot e^{i\phi_{\gamma,3g}})}{(s - M^2) + iM\Gamma}\right|^2$$



[133.1°, 229.2°] @68% CL
与 pQCD 预言 (180°) 一致

即将提交 PRD

BESIII 物理: 首次研究 τ -粲能区 矢量介子单举产生的自旋排列

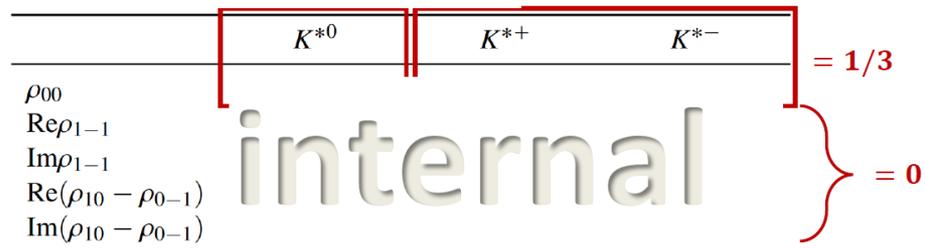
- $V \rightarrow nP$: 末态赝标粒子自旋为0, 矢量介子自旋信息传递到末态角分布

$$\frac{1}{N} \cdot \frac{d^2 N}{d \cos \theta^* d \varphi^*} = \frac{3}{4\pi} \left[\frac{1}{2}(1 - \rho_{00}) + \frac{1}{2}(3\rho_{00} - 1) \cos^2 \theta^* + \text{Re} \rho_{1-1} \sin^2 \theta^* \cos 2\varphi^* + \text{Im} \rho_{1-1} \sin^2 \theta^* \sin 2\varphi^* \right. \\ \left. - \frac{1}{\sqrt{2}} \text{Re}(\rho_{10} - \rho_{0-1}) \sin 2\theta^* \cos \varphi^* + \frac{1}{\sqrt{2}} \text{Im}(\rho_{10} - \rho_{0-1}) \sin 2\theta^* \sin \varphi^* \right]$$

自旋密度矩阵

$$\rho_{\lambda\lambda'} = |\epsilon\rangle\langle\epsilon| = \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{10} & \rho_{1-1} \\ \rho_{01} & \rho_{00} & \rho_{0-1} \\ \rho_{-11} & \rho_{-10} & \rho_{-1-1} \end{pmatrix}$$

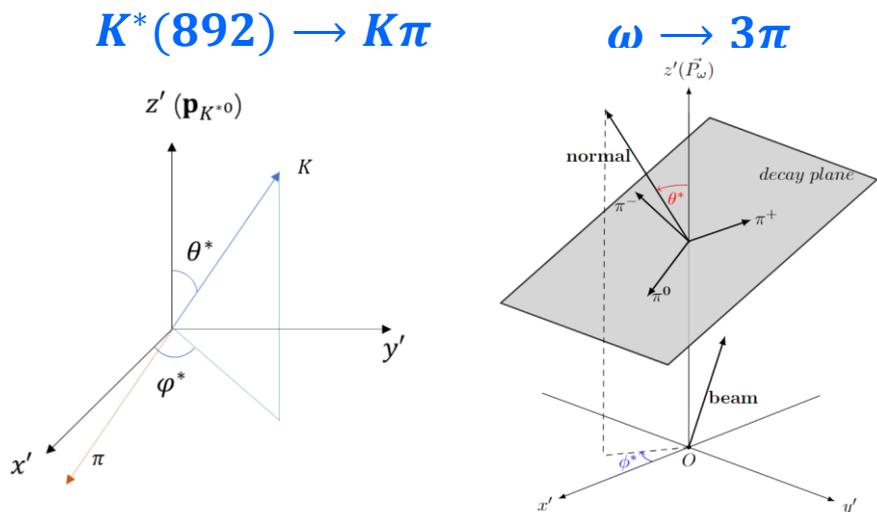
显著偏离1/3



味道依赖?

- K^{*0}, K^{*+}, K^{*-} 分析memo正在合作组内部审核, 计划投稿PRL

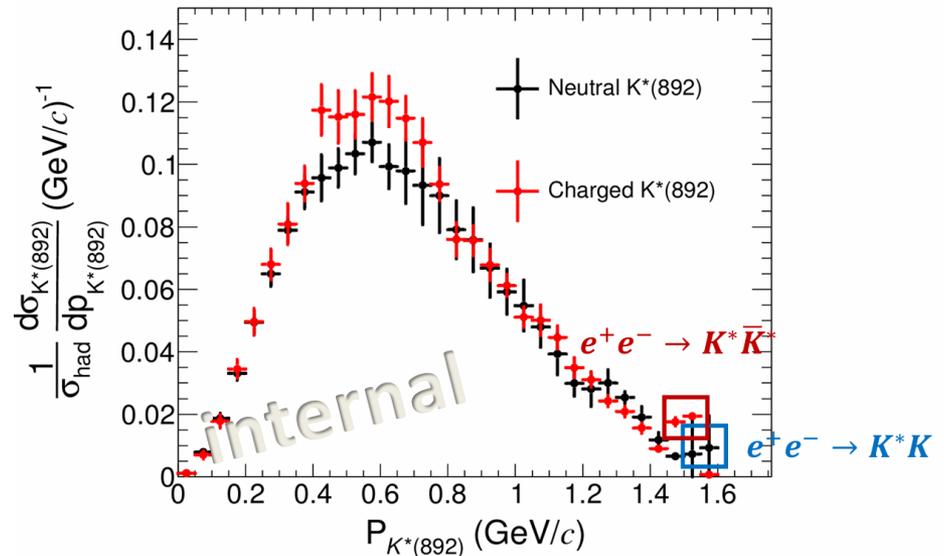
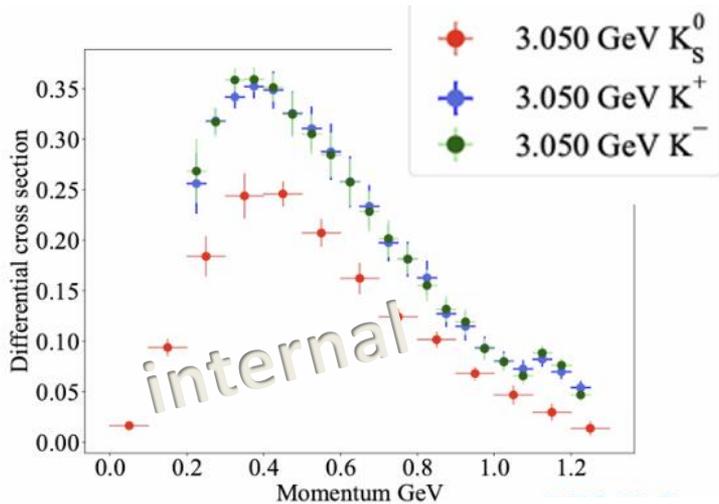
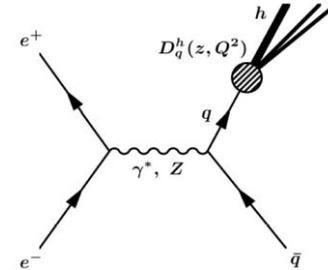
- ω 的 ρ_{00} 初步测量结果在BESIII P&S workshop 报告



BES III 物理: 首次研究 τ -粲能区奇异夸克到矢量介子的碎裂函数

- 正负电子对撞实验中不存在部分子分布函数的贡献, 通过测量强子单举产生的相对于动量的微分截面直接获得碎裂函数

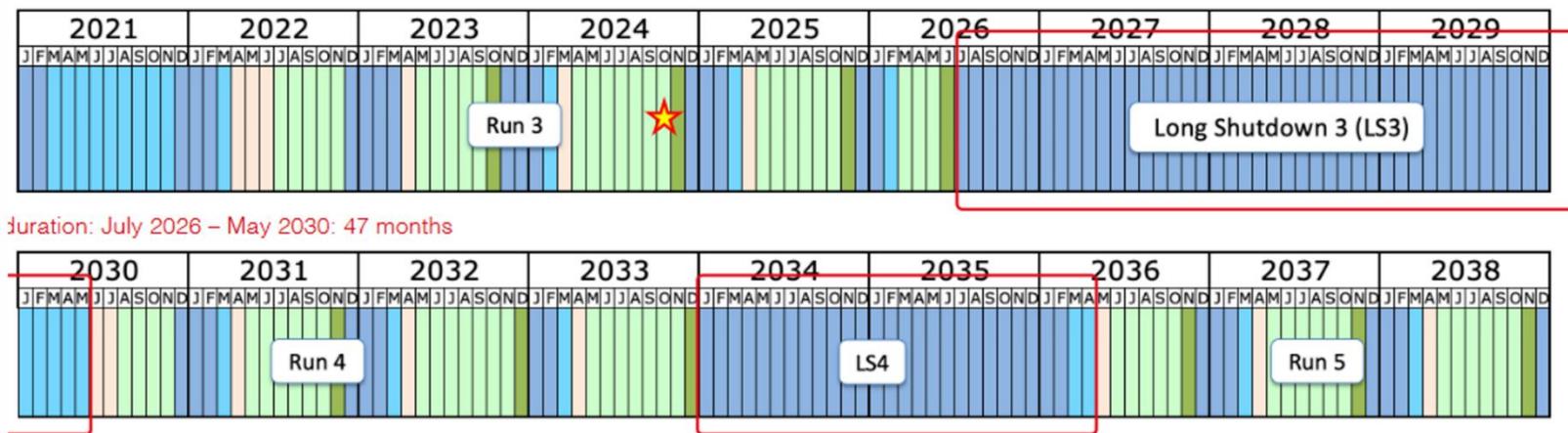
$$\frac{1}{\sigma_{had}^0} \cdot \frac{d\sigma_h^0}{dp_h} \propto \sum_i \int_x^1 \frac{dz}{z} C_i(z, \alpha_s, Q^2) \cdot D_i^h\left(\frac{x}{z}, Q^2\right)$$



— 上周在合作组物理软件会报告, 开始合作组内部审核

ATLAS硅微条径迹探测器升级

- ATLAS探测器全面升级，以应对高计数、强辐照的运行环境
- 高能所+清华承担1000个硅微条探测器模块（10m²）的建造与测试任务
- 模块生产将于明年正式开始

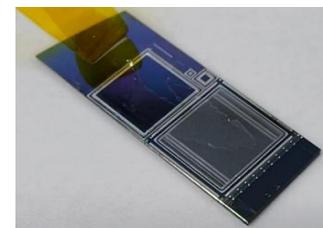
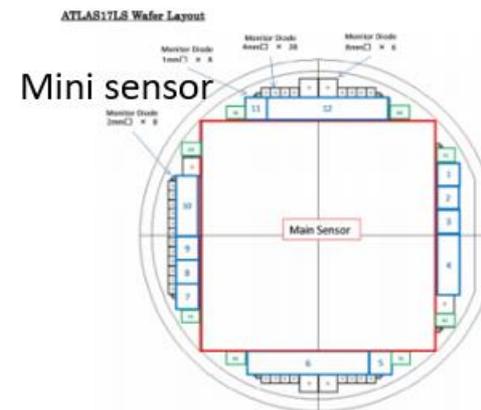
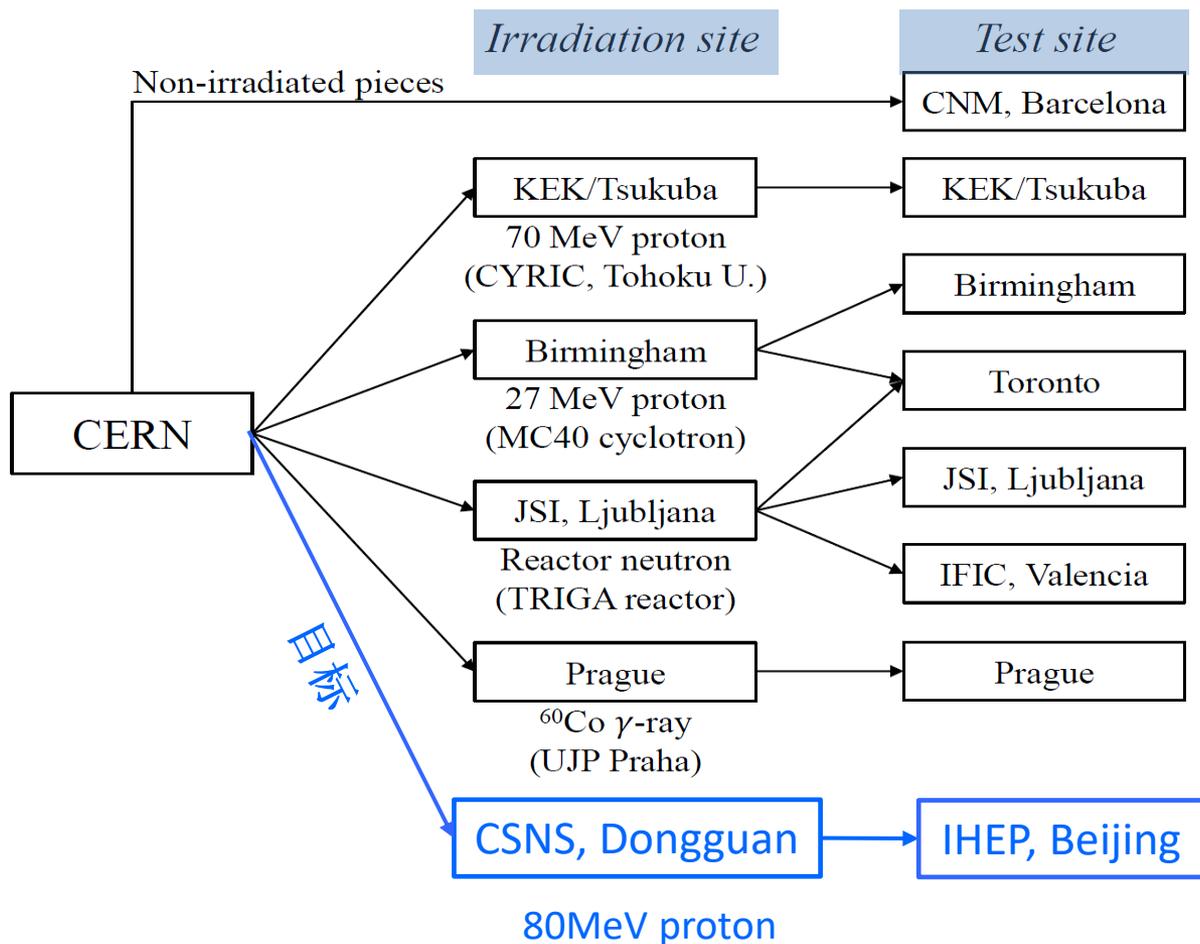


本年度承担任务:

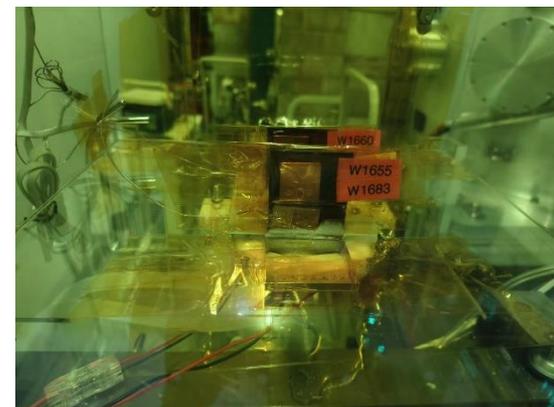
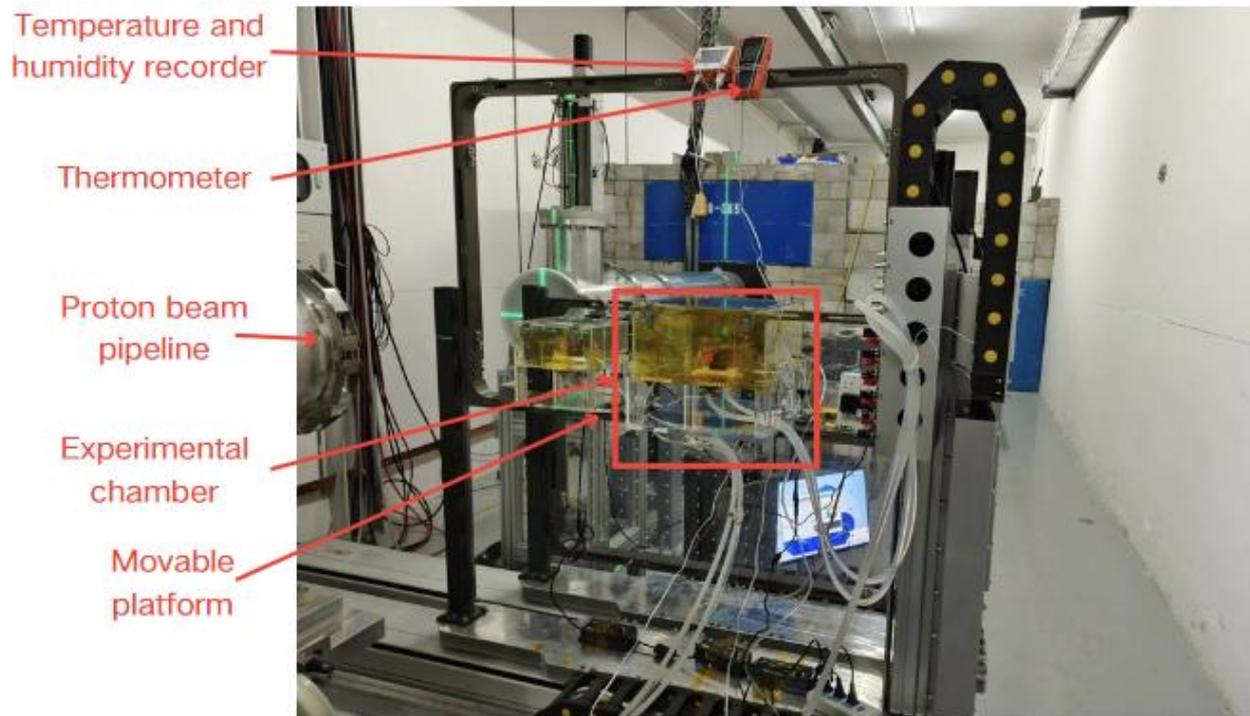
- 负责传感器抗辐照研究
- 负责与CERN的合作：系统集成测试

ATLAS硅微条径迹探测器升级: ATLAS硅微条传感器抗辐照研究

- 每批次晶圆抽查进行抗辐照研究

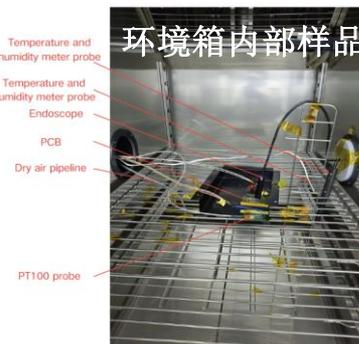


ATLAS硅微条径迹探测器升级：传感器辐照实验

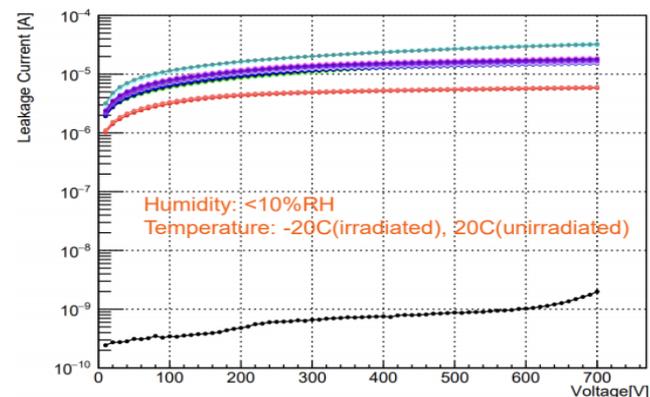


- 实验平台：散裂中子源的伴生质子束， $3 \times 10^9 p/cm^2/s$ @80MeV
- 搭建温湿度控制实验系统： $-20^\circ C$, $<10\% RH$
- 2023. 11, 2024. 04, 2024. 06 三次实验共辐照18片样品
- Ljubljana, Birmingham 5片辐照样品做对照

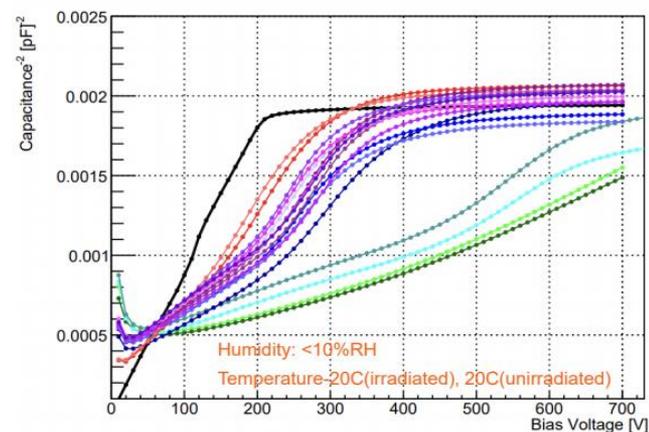
ATLAS硅微条径迹探测器升级：传感器I-V, C-V测试



I-V



C-V

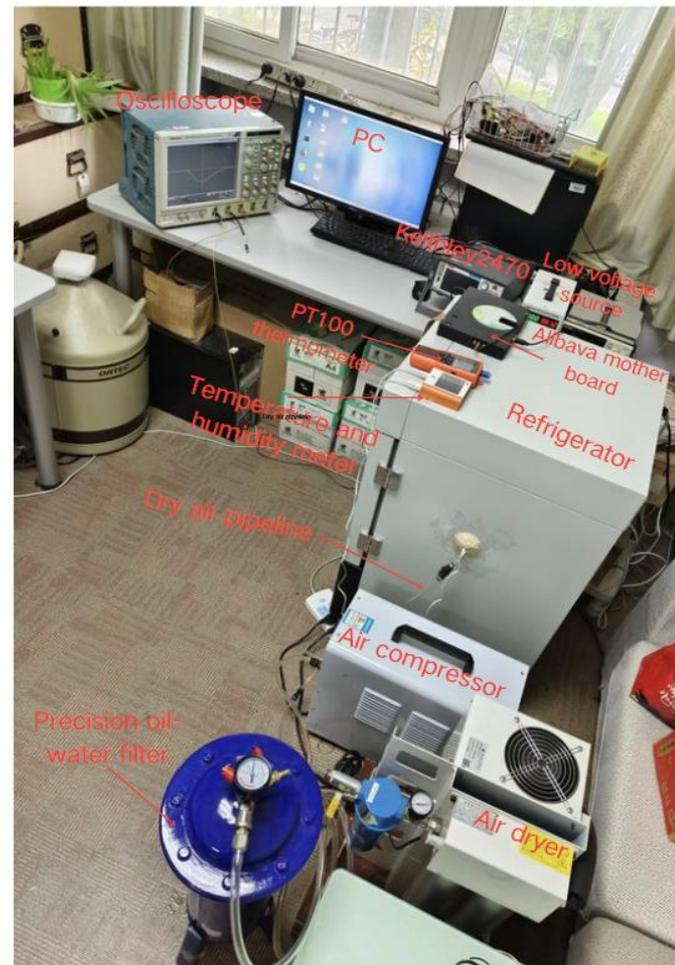
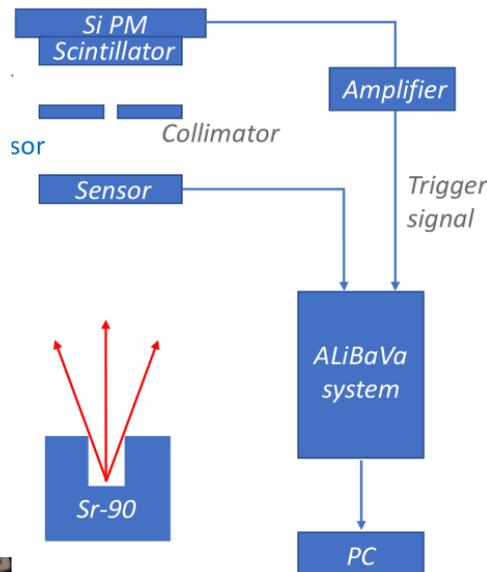


- 探针台难实现温湿度控制
- 搭建具备温湿度控制的测试系统 (-20°C, <10% RH)
 - 环境箱通干燥空气
- 辐照剂量↑, 漏电流↑, 耗尽电压↑

ATLAS硅微条径迹探测器升级：传感器电荷收集效率 (CCE) 测试

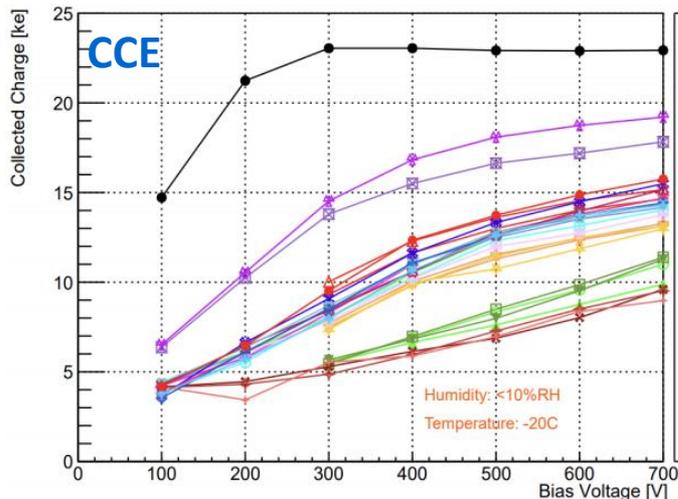
搭建通用型CCE测试系统

- Sr90放射源：模拟MIPs入射
- 塑闪+SiPM：触发
- ALiBaVa读出系统
- 定制detector board
 - 样品HV，打线



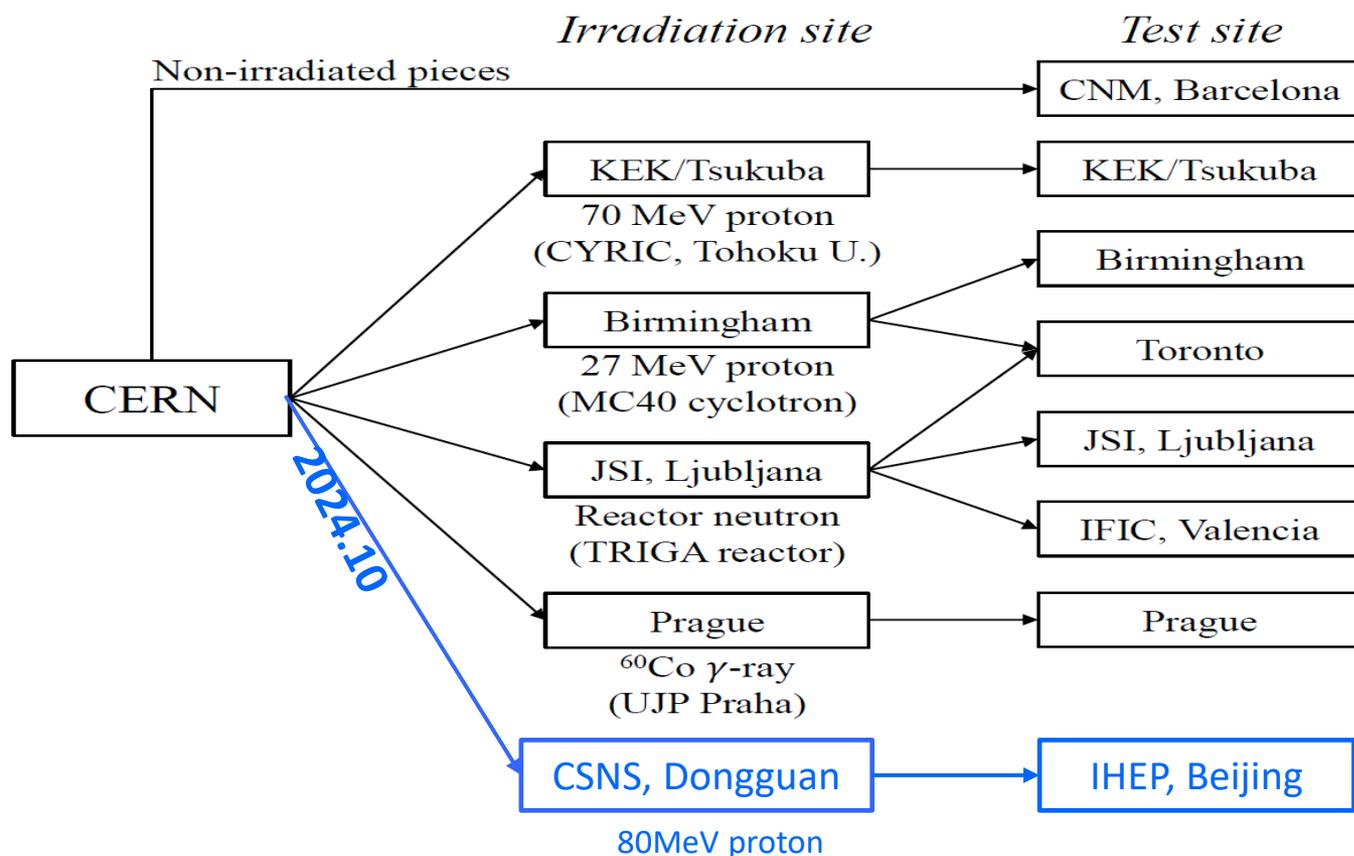
温湿度控制

- 冰箱 → $-23^{\circ}\text{C} \sim -26^{\circ}\text{C}$
- 干燥空气 → $<10\% \text{ RH}$



IHEP/CSNS获批为ATLAS硅微条传感器测试/辐照站点

- 不同剂量辐照样品质性能研究 + Birmingham/Ljubljana 辐照样品质测试比较
- 充分验证了：质子束流，一套辐照系统，两套测试系统，测试及分析方法

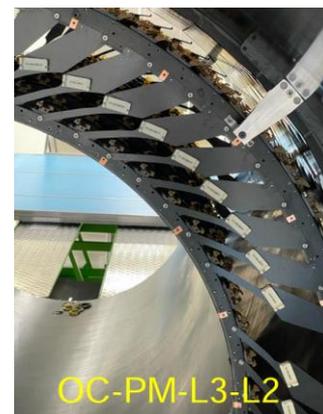
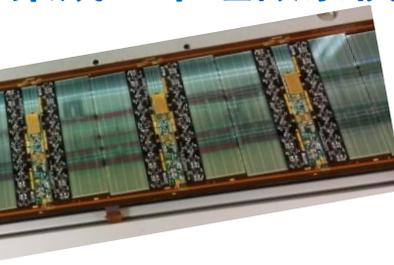


ATLAS硅微条径迹探测器升级：系统集成测试

- ATLAS硅微条探测器桶部共四层，392个桶板
- 上个月最外层两个机械支撑桶(L3/L2) 安装固定完成
- 正式生产阶段，桶板通过卡扣挂载到支撑桶，后续工作前进行**联通测试**



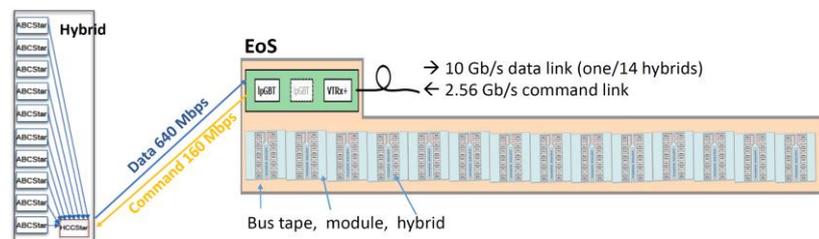
集成28个硅微条模块的桶板



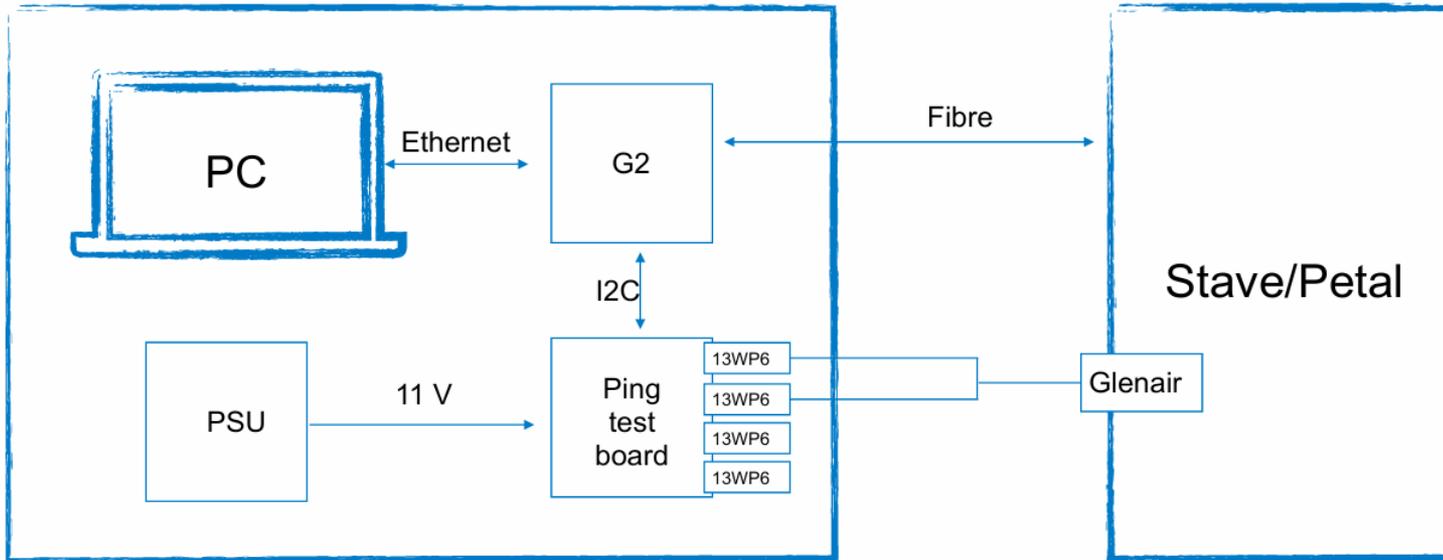
ATLAS硅微条径迹探测器升级：桶板快速联通测试

Step	Duration [s]	Comments
Switch on Stave/Petal Side	2	
Configure IpGBT (master)	1	
Configure VTRX+	5	Turn off redundant laser drivers, will save about 1/3 of power
Configure IpGBT (slave)	10	Slower configuration than first as via I2C (only short-strip staves)
Configure AMACs	14	
Measure HV lines	10	DVM/ADC measurement of light voltage (w/ HV switch)
Switch on DCDC	2	
Release HCC LP mode	2	HCC reset released here too
Configure HCC	2	Configuration includes a check of HPR packets
Release ABC LP mode	2	
Configure and test ABC	5	Configuration includes a check of HPR packets, burst of triggers to see FE connections
Switch off DCDC	2	
Switch off Stave Side	2	
TOTAL TIME	59	Should be able to do full ping test of one side in estimated 1 minute

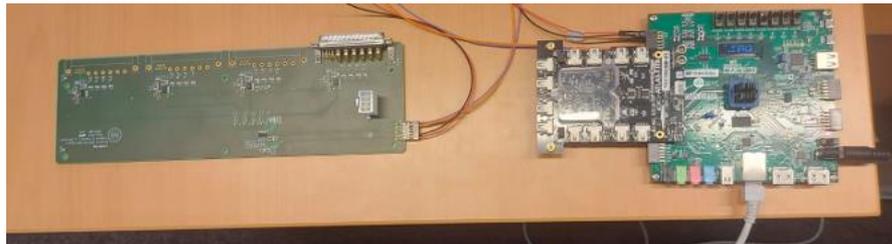
- **目的：** 检查安装过程中是否有损害
- **快速：** 所有步骤一分钟完成，无温湿度控制
- **便携：** 实验室推车



ATLAS硅微条径迹探测器升级：桶板快速联通测试



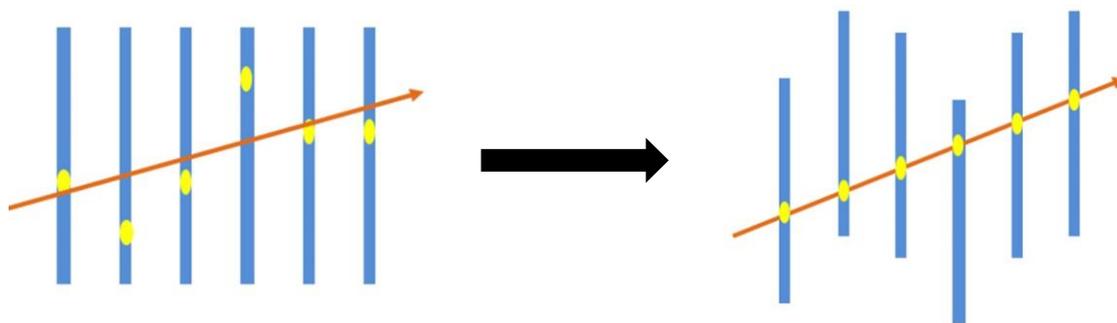
Rack



- ATLAS硅微条探测器集成：桶部@CERN， 端盖@DESY
- 近期承担任务：桶板联通测试系统搭建测试@CERN

径迹探测器校准 获得CSC支持

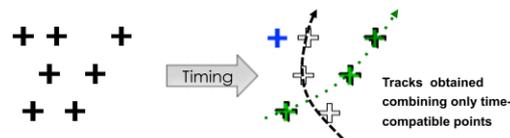
- 探测器校准对径迹重建至关重要
- 以CERN为代表多家单位合作开发通用型径迹重建软件（ACTS）
 - 高亮度模式下的LHC，径迹数提高7-10倍，需要开发高性能的径迹重建软件
- 孙泽群获得CSC支持，赴CERN与ACTS负责人Andreas Salzburger合作“**ACTS中基于卡曼滤波的探测器校准算法开发**”
 - 目前校准算法主要基于全局最小二乘拟合，计算复杂度高，且难处理多次散射及非高斯噪声
- **目标**：开发独立于实验的并可配置的探测器校准接口，应用于ATLAS等各大粒子物理实验中



未来含时间信息的径迹重建

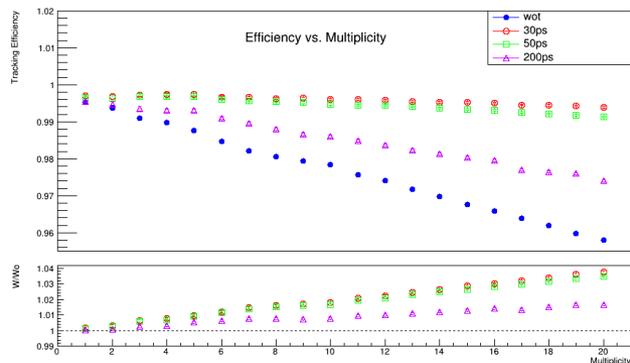
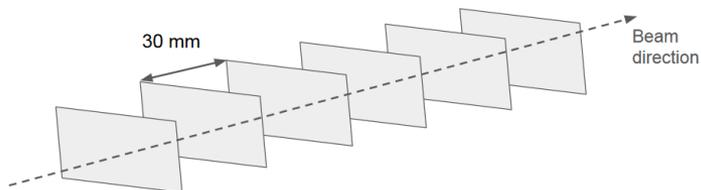
ATLAS将讨论未来含时间信息的像素探测器（50ps）2034年替换像素探测器内两层？

动机：靠近对撞点区域的径迹无法通过位置分辨进行区分→加时间信息



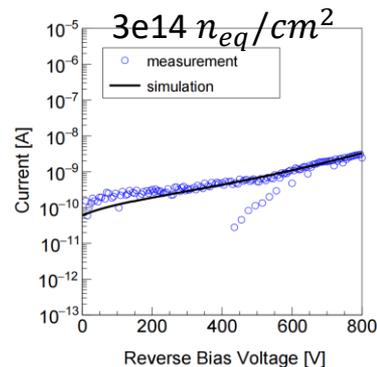
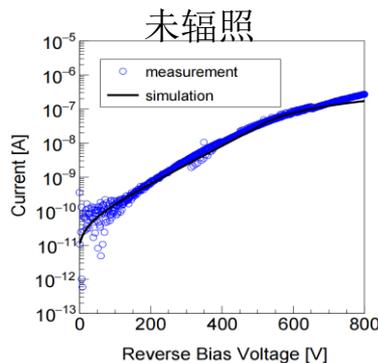
ACTS中含时间信息的4D卡曼滤波寻迹算法开发（获得CSC支持）

- 文章准备中：基于简单几何进行验证



宽禁带半导体传感器研究

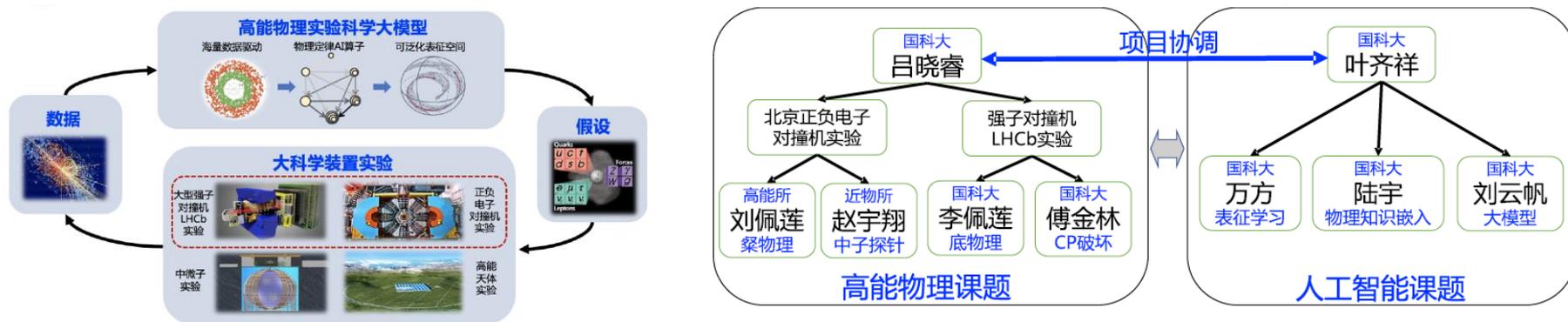
- SiC抗辐照，可常温工作
- 难度：低掺杂
- 南京大学SiC PIN的辐照、测试，电流仿真



AI 数据与智能驱动的新一代科学模型和算法-基于高能物理海量数据的智能物理分析基础模型及应用

中国科学院稳定支持基础研究领域青年团队计划（2024-2028年）

- 以对撞机实验（BESIII, LHCb）数据为驱动，开发基于深度学习的基础模型
- 负责：粲重子和粲介子弱衰变精确测量



研究成果

文章

- Design, fabrication and testing of Al/p-Si Schottky and pn junctions for radiation studies, JINST 19 (2024) P07022
- Single event effect in ABC ASICs for ITk strip upgrade, NIMA 1065 (2024) 169531
- RD53 Pixel Readout Integrated Circuits for ATLAS and CMS HL-LHC Upgrades, 已提交JINST
- Simulated 4D Tracking with Beam Telescope, 即将提交NIMA
- Measurement of the Phase between Strong and Electromagnetic Amplitudes of $J/\psi \rightarrow \phi\eta$ Decay, 即将提交PRD
- 两篇BESIII分析memo: Spin alignment of K^* ; Normalized Differential CS of inc. produced K^*
- $|V_{cs}|$ Determination and LFU test in charm decays at BESIII, Proceeding paper, arXiv:2405.08376

大会报告

- $|V_{cs}|$ Determination and LFU test in charm decays at BESIII, Moriond EW, 意大利, 2024. 03
- 含时间信息的粒子束流望远镜系统的模拟研究, 第四届半导体辐射探测器研讨会, 青岛, 2024. 5
- ATLAS ITk Strip Detector for HL LHC, ATLAS 海峡两岸尖端探测器与技术研讨会, 台湾, 2024. 06
- Phase between Strong and E.M Amplitudes of $J/\psi \rightarrow \phi\eta$, 第八届R值与QCD强子结构研讨会, 哈尔滨, 2024. 07

分会报告

- 含时间信息的粒子束流望远镜系统的模拟研究, 第十四届全国高能物理大会, 青岛, 2024. 8
- Sensors Irradiated at CSNS, ATLAS ITk week, 英国利物浦, 2024. 09
- Measurement of Spin Alignment of Inc. Produced $\omega(782)$ at $\sqrt{s} = 3.5\text{GeV}$, BESIII P&S Workshop, 北京, 2024. 09
- Study of Sensors Irradiated at CSNS, 第十届中国LHC物理会议, 青岛, 2024. 11

经费情况及团队建设

主持

- 国家自然科学基金，海优，100万，2021. 11-2024. 11，结题
- 中科院新百人计划青年项目B类，300万，2022. 3-2026. 10，在研

参与在研

- NSFC-CERN重大科学基础设施国际合作研究，ATLAS硅微条探测器升级，750万，2025-2028
- 科学院稳定支持基础研究领域青年团队计划，数据与智能驱动的新一代科学模型和算法，1500万，2024. 7-2029. 6
- 国家重点研发计划，粲强子多体强子末态衰变研究，222. 35万，2023. 12-2028. 11
- 国家自然科学基金，ATLAS实验探测器Phase2升级，1078万，2020. 1-2024. 12

学生培养

- 1名博士（获CSC支持），2名硕士
- 1名硕士完成一年联培

学术交流和公共服务

- 国际合作：CERN
 - 硅微条探测器合作研究
 - 径迹重建算法开发（获CSC支持）
- 文章审稿
 - BESIII 物理分析文章内部审核工作
 - NIMA 、 IEEE TNS审稿
- 学术评审：博士论文/答辩评审，研究生论文开题，研究生季度考核

谢谢

backup

—●—	W5956 unirradiated 20C	0.876 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1552_1.6e15_annealed_-20C_Ljubljana_neutron	14.7 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1629_1.6e15_annealed_-20C_Ljubljana_neutron	15.3 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W5966_2.6e15_annealed_-20C_CSNS	27.7 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W5960_2.6e15_annealed_-20C_CSNS	27.0 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W5958_2.6e15_annealed_-20C_CSNS	27.0 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W5984_1.5e15_annealed_-20C_CSNS	13.7 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W5987_1.5e15_annealed_-20C_CSNS	14.0 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W5974_1.43e15_annealed_-20C_CSNS	14.7 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W5976_1.43e15_annealed_-20C_CSNS	14.1 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1649_6.0e14_annealed_-20C_CSNS	5.63 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1643_5.6e14_annealed_-20C_CSNS	5.39 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1672_1.9e15_annealed_-20C_CSNS	15.3 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1678_1.9e15_annealed_-20C_CSNS	16.5 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1660_1.75e15_annealed_-20C_CSNS	15.0 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1665_1.75e15_annealed_-20C_CSNS	17.3 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1688_1.66e15_annealed_-20C_CSNS	16.3 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1655_1.48e15_annealed_-20C_CSNS	15.2 $\mu\text{A}@500\text{V}$
—●—	W1683_1.48e15_annealed_-20C_CSNS	16.2 $\mu\text{A}@500\text{V}$

$1.6 \times 10^{15} n_{eq}/cm^2$
Ljubljana (neutron)

$2.6 \times 10^{15} n_{eq}/cm^2$
CSNS (proton)

$\sim 1.6 \times 10^{15} n_{eq}/cm^2$
CSNS (proton)

$\sim 6.0 \times 10^{14} n_{eq}/cm^2$
CSNS (proton)

$\sim 1.6 \times 10^{15} n_{eq}/cm^2$
CSNS (proton)