第十二届中国 LHC 物理会议（CLHCP2026）

October 28, 2026 to November 1, 2026
湖北省武汉市 (Wuhan, Hubei)
Asia/Shanghai timezone

ALICE

中国ALICE组进展

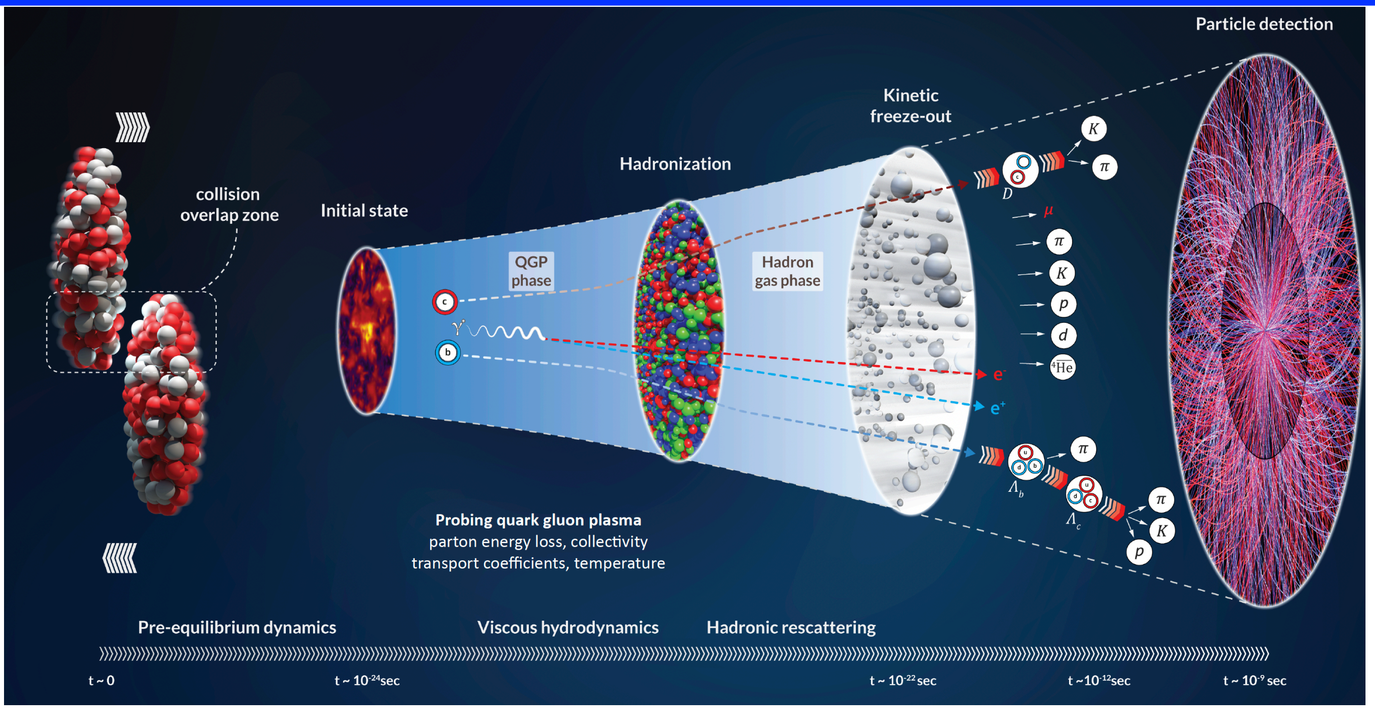
毛亚显 (华中师范大学)

代表中国ALICE组

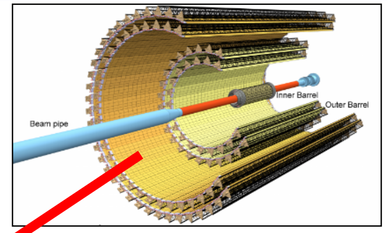
汇报提纲

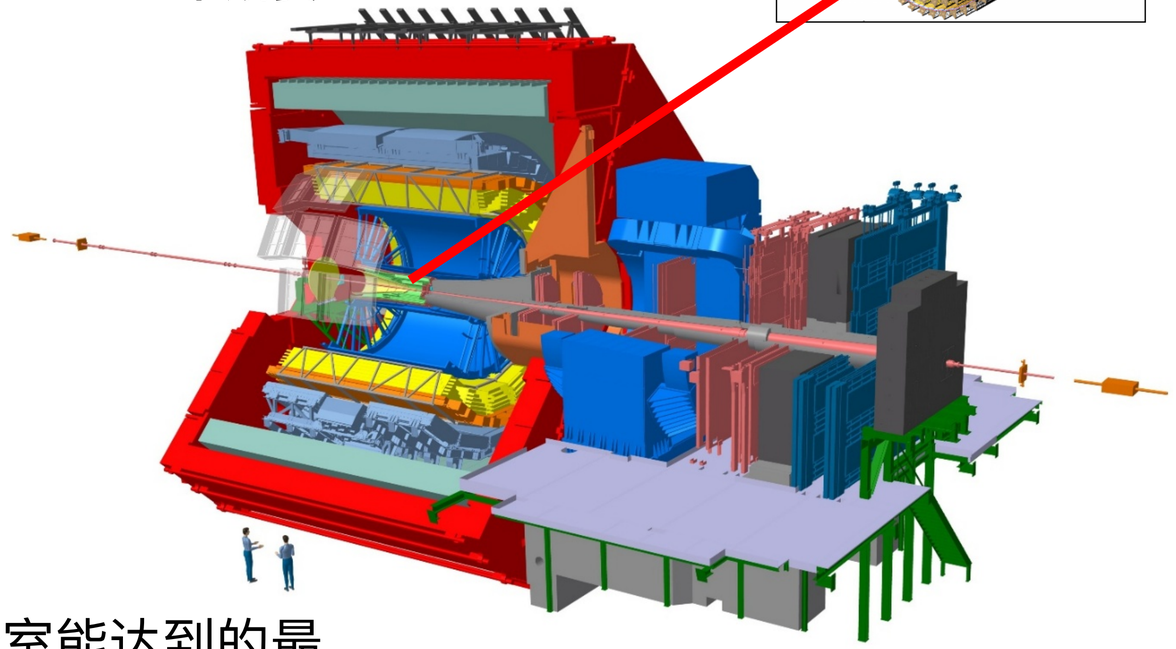
- ALICE实验概况
- ALICE中国组单位与人员情况
- 2026年度亮点物理成果
- 探测器运行、升级与服务工作
- 总结与鸣谢

ALICE实验概况



- 37个国家
- 168个研究机构
- 1916个成员



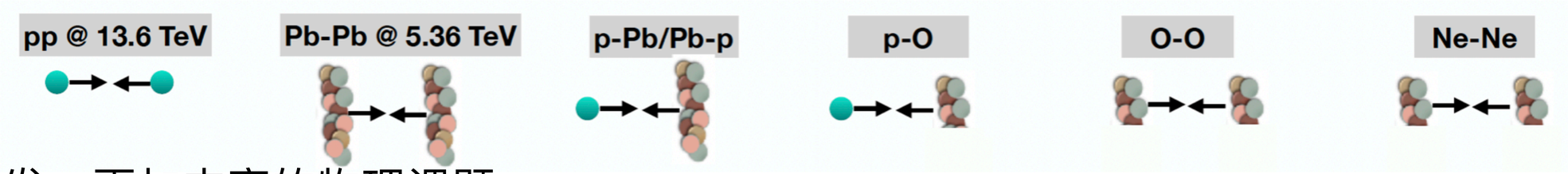


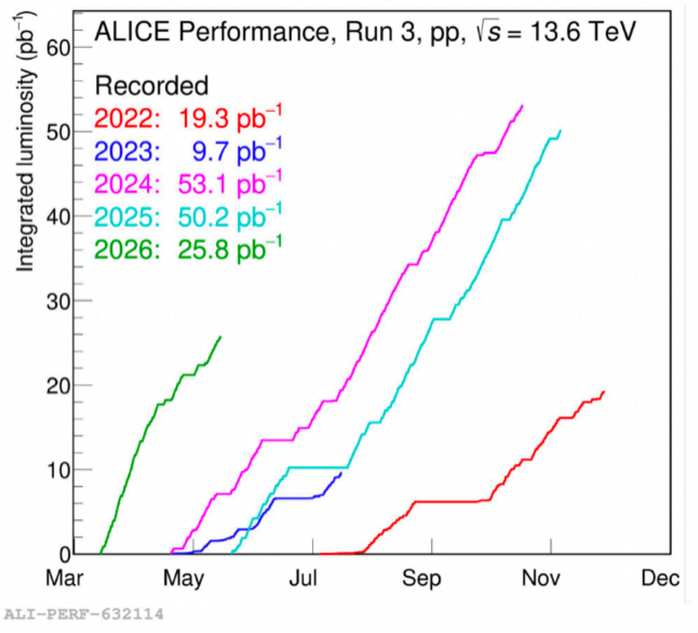
- 大型离子对撞机实验（ALICE）致力于研究迄今为止实验室能达到的最高能量密度下的强相互作用物质（夸克-胶子等离子体）的物理特性。
- 在大爆炸后的前几个微秒，宇宙被认为处于夸克-胶子等离子体状态。
- ALICE实验研究对认识宇宙早期的形态及其演化具有重要的意义。

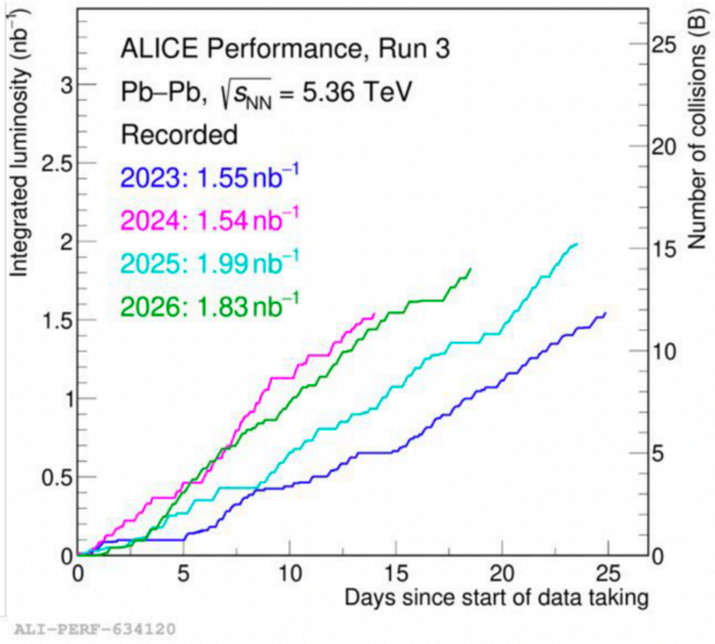
- **应对极高带电粒子多重数**
- **在宽动量范围内具有优异的带电粒子径迹重建与粒子身份鉴别能力**

ALICE实验第三期运行状况

- 数据采集情况
  - 连续读出+软件触发→更加丰富的物理课题
  - x 200 倍的pp (Run1 + Run2)
  - x 100 倍的Pb-Pb (Run1 + Run2)

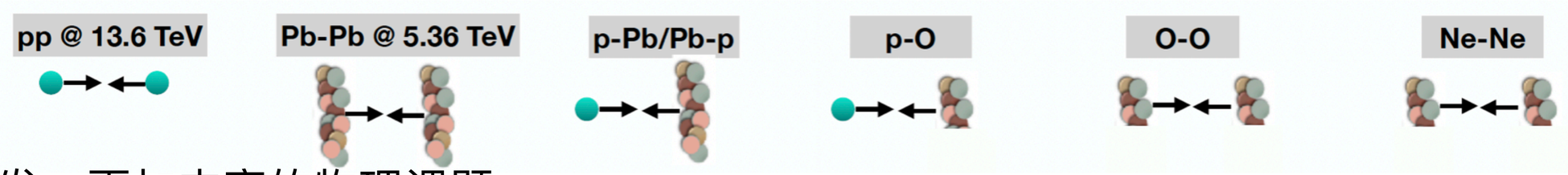


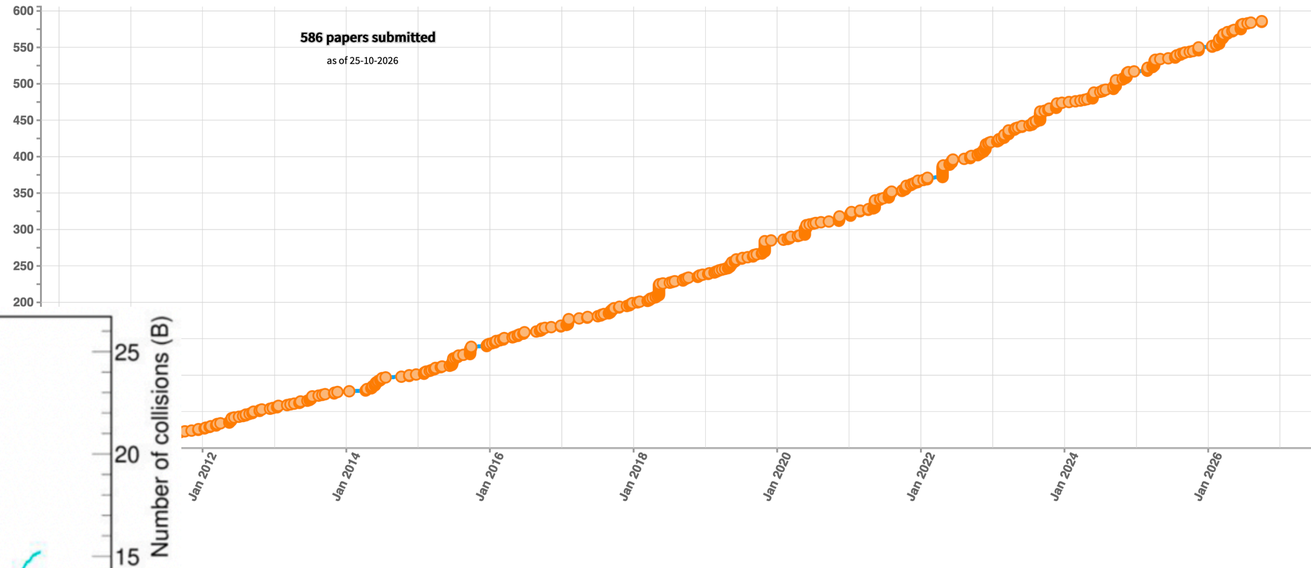


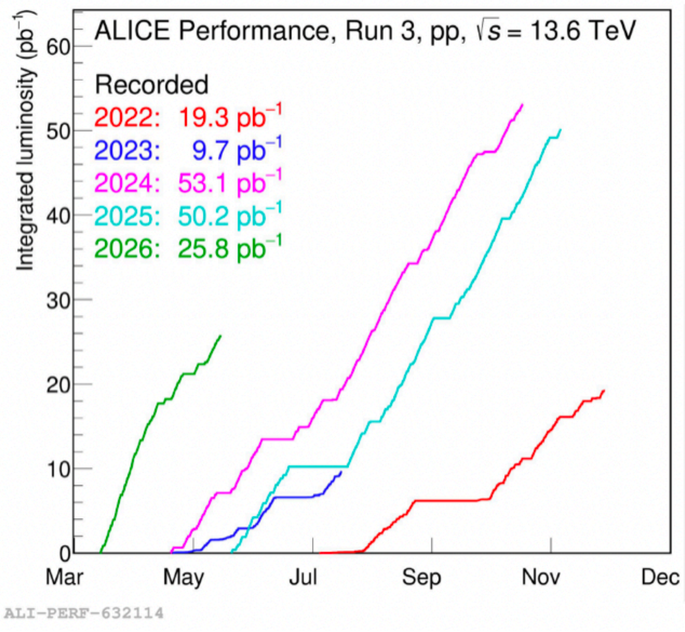


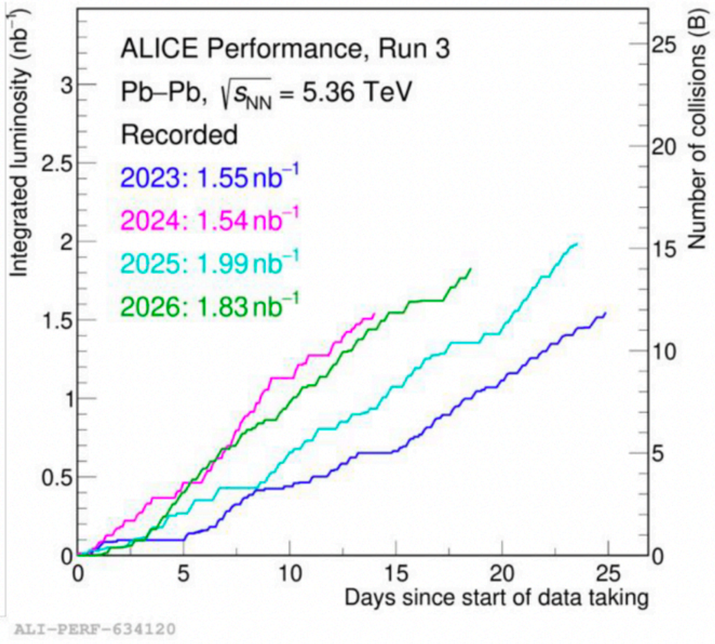
ALICE实验第三期运行状况

- 数据采集情况
  - 连续读出+软件触发→更加丰富的物理课题
  - x 200 倍的pp (Run1 + Run2)
  - x 100 倍的Pb-Pb (Run1 + Run2)









- **2025年11月-2026年10月ALICE发表文章37篇**

ALICE中国团队

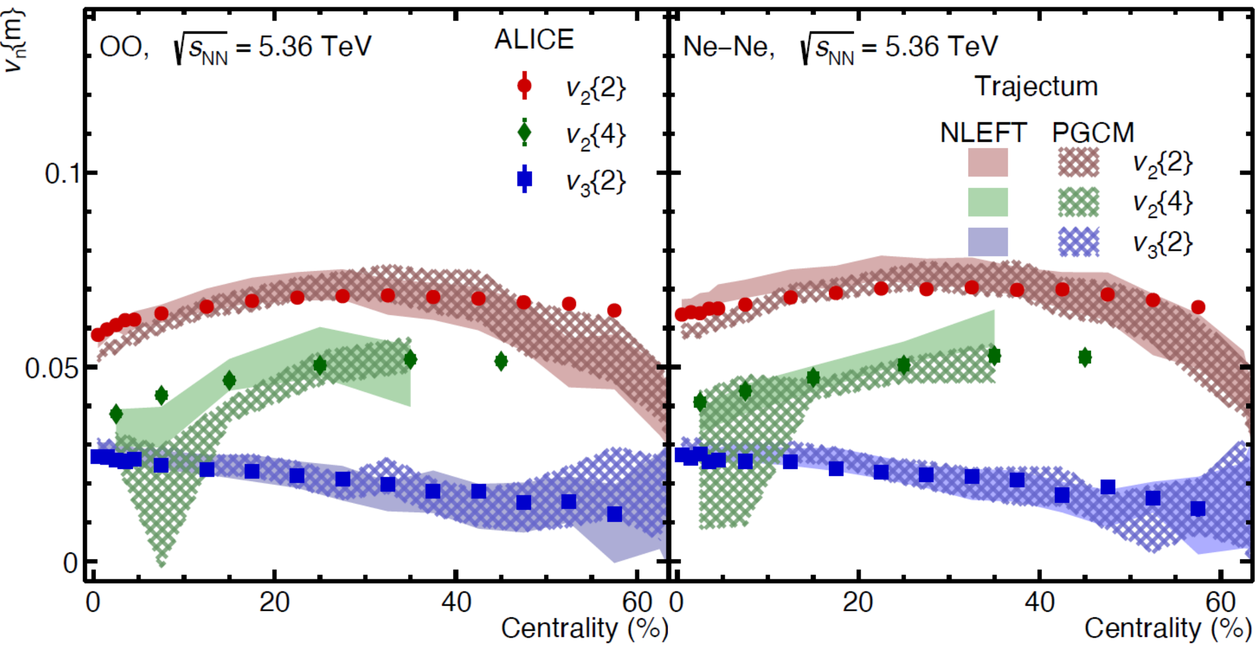
单位	MO&A人数	成员人数	作者人数	MO&A名单
华中师范大学	7	55	27	张晓明、毛亚显、裴骅、殷中宝、周代翠、白晓智、彭忻烨
复旦大学	4+1	18	15	马余刚、张松、寿齐烨、朱剑辉、Junlee Kim
中国科学技术大学	2+1	18	10	唐泽波、张一飞、卢鹏忠
中国原子能科学研究院	1	20	14	李笑梅
中国地质大学(武汉)	1	1	1	候永珍
山东大学	3	3	0	杨钱、徐庆华、杨驰
中国科学院大学	2+2	5	1	谢冠男、纪媛婧、谢陈、米柯
中国科学院近代物理研	2	2	0	赵宇翔、梁羽铁
总数	26	122	68	

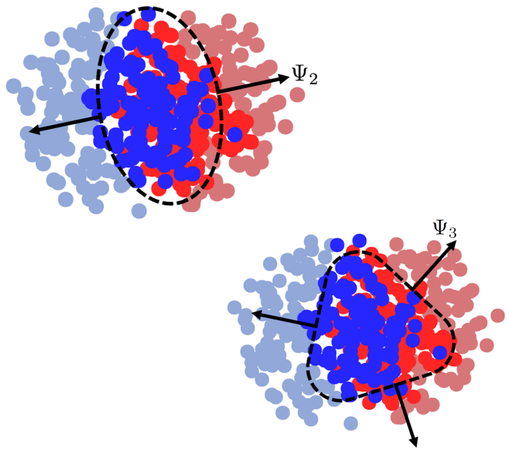
- 2026年度在ALICE合作组中任职情况：
  - 物理工作大组PWG召集人：寿齐烨CF、白晓智DQ、彭忻烨HF
  - 物理分析组PAG协调人：张彪、吴文雅、 司凡、侯永珍
  - 优秀论文评审委员会委员(Thesis Award Committee)：张晓明
  - 会议委员会委员(Conference Committee)：毛亚显

2026年度中国组主导的物理成果汇总

- 正式发表文章8篇，已投稿待发表文章5篇，合作组已批准paper proposal 文章5篇
- 新增preliminary分析结果(AN) 13 个, 大型国际会议报告(SQM, HP, ICHEP等) 20 余次
- 重点开展方向及亮点成果：
  - 夸克物质中的软硬探针性质研究
  - 夸克物质形成的边界条件
  - 强相互作用特性

亮点成果: 轻核碰撞中的集体行为研究



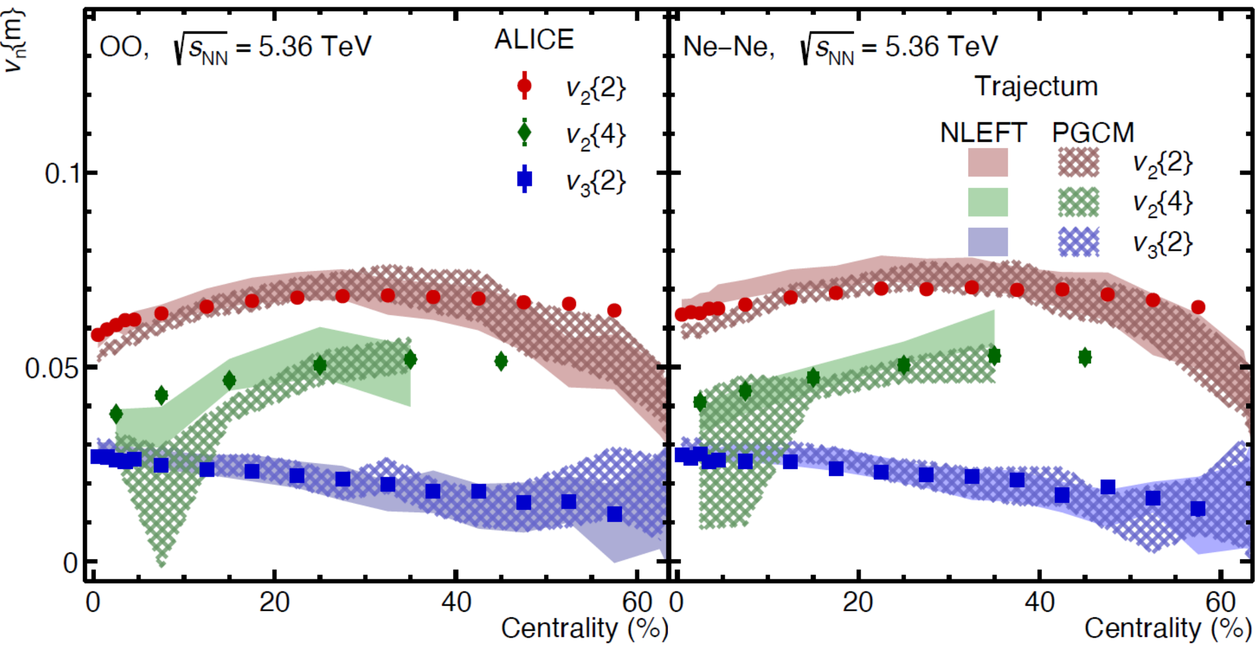


原子能院

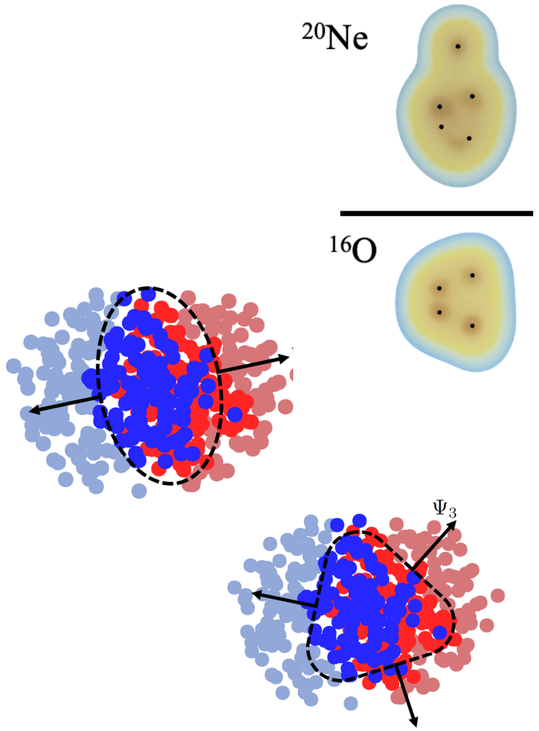
PRL 137 (2026) 082301

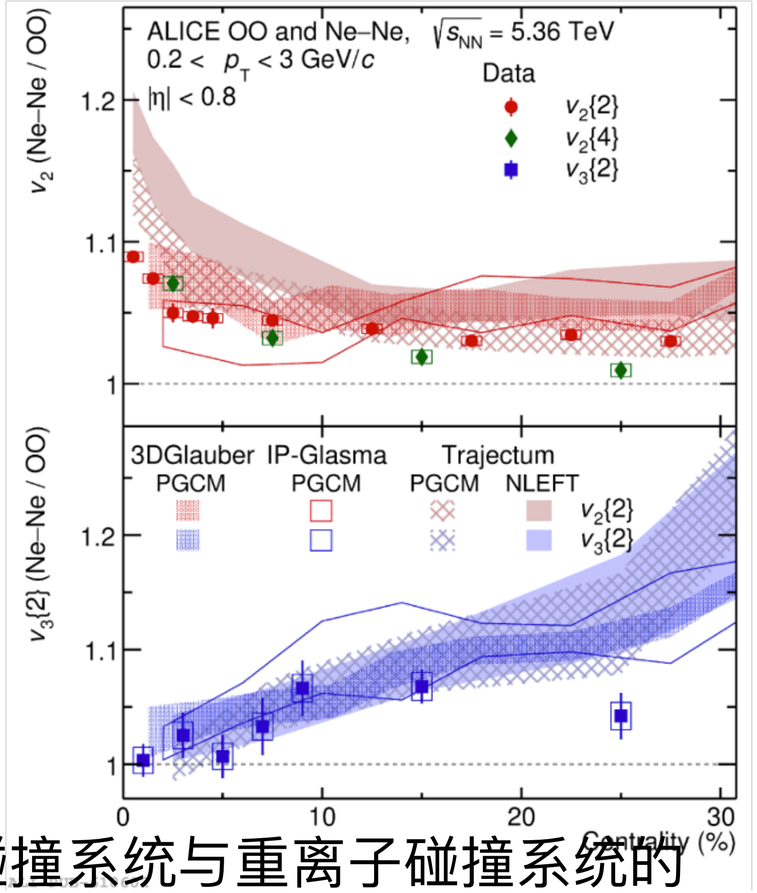
- 率先在两种轻核碰撞系统中开展了各向异性流的研究，观测到轻核碰撞系统与重离子碰撞系统的流体膨胀过程极为相似

亮点成果: 轻核碰撞中的集体行为研究



原子能院





PRL 137 (2026) 082301

- 率先在两种轻核碰撞系统中开展了各向异性流的研究，观测到轻核碰撞系统与重离子碰撞系统的流体膨胀过程极为相似
- 由于不同核几何结构的差异，中心氖-氖碰撞中的v_2较氧-氧碰撞呈现显著增强。
- 包含^{16}O与^{20}Ne核结构特征的流体力学模型计算结果与实验数据高度吻合。

→详见卢志勇的报告

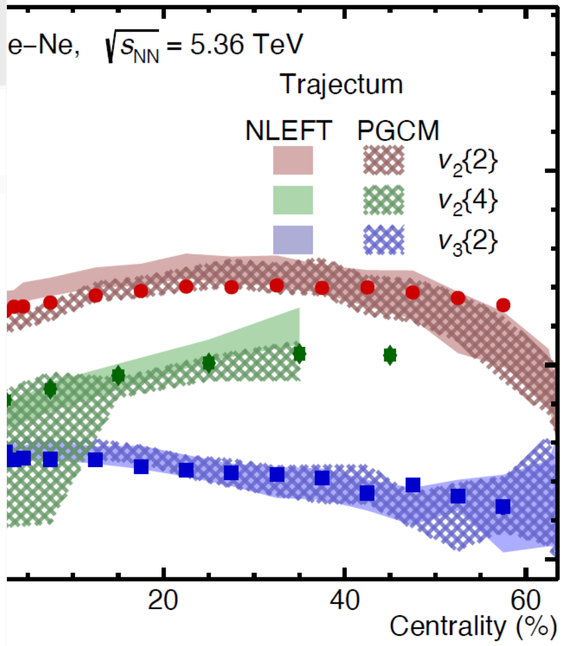
亮点成果: 轻核碰撞中的集体行为研究

我国科学家破译原子核“形态…
www.peopleapp.com

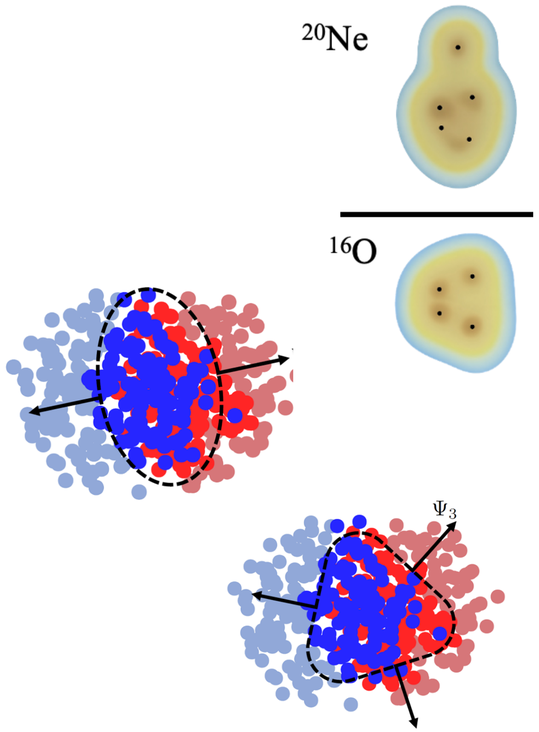
人民日报 | 有品质的新闻 打开

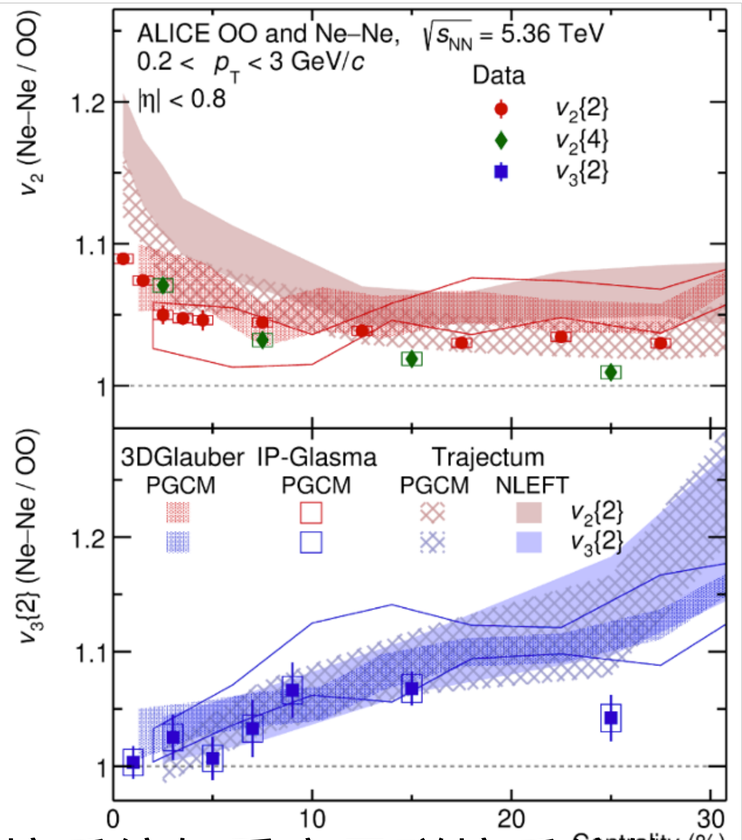
人民日报 2026年10月10日 00:00

本报北京电 （记者谷业凯）记者从中核集团中国原子能科学研究院获悉：近日，依托欧洲大型强子对撞机上的大型离子对撞机实验，该院核数据全国重点实验室李笑梅研究员团队与丹麦哥本哈根大学尼尔斯·玻尔研究所周铀教授团队开展国际合作，在氧16—氧16、氖20—氖20轻核对撞的核结构主导集体流研究中取得突破。



PRL 137 (2026) 082301

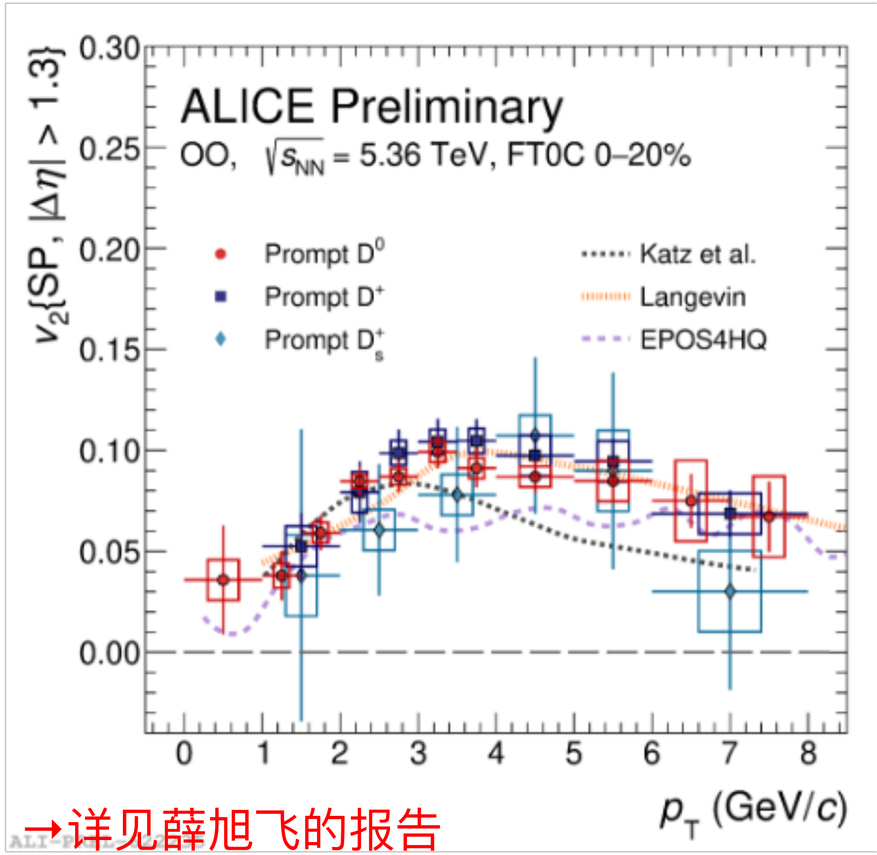




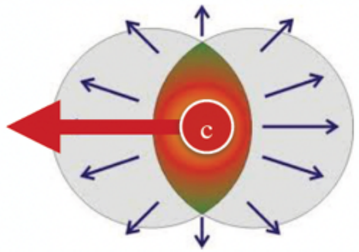
- 率先在两种轻核碰撞系统中开展了各向异性流的研究，观测到轻核碰撞系统与重离子碰撞系统的流体膨胀过程极为相似
- 由于不同核几何结构的差异，中心氖-氖碰撞中的v_2较氧-氧碰撞呈现显著增强。
- 包含^{16}O与^{20}Ne核结构特征的流体力学模型计算结果与实验数据高度吻合。

→详见卢志勇的报告

亮点成果: 轻核碰撞中的重夸克集体流效应



→详见薛旭飞的报告

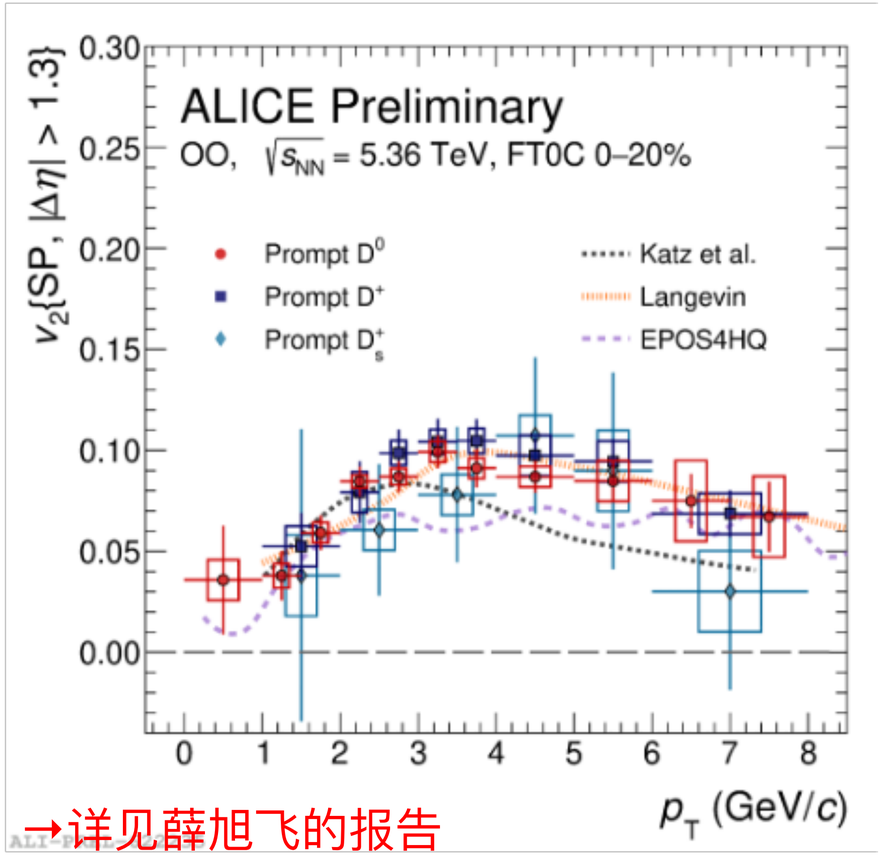


$$\frac{dN}{d\varphi} \propto 1 + \sum_n 2v_n \cos n(\varphi - \Psi_n)$$

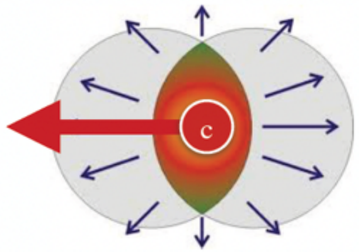
华师大 + 中科大 + 地大

- 在轻核(氧-氧)碰撞中观测到显著的粲强子椭圆流，表明重夸克在小尺度夸克物质中也具有强耦合。

亮点成果: 轻核碰撞中的重夸克集体流效应

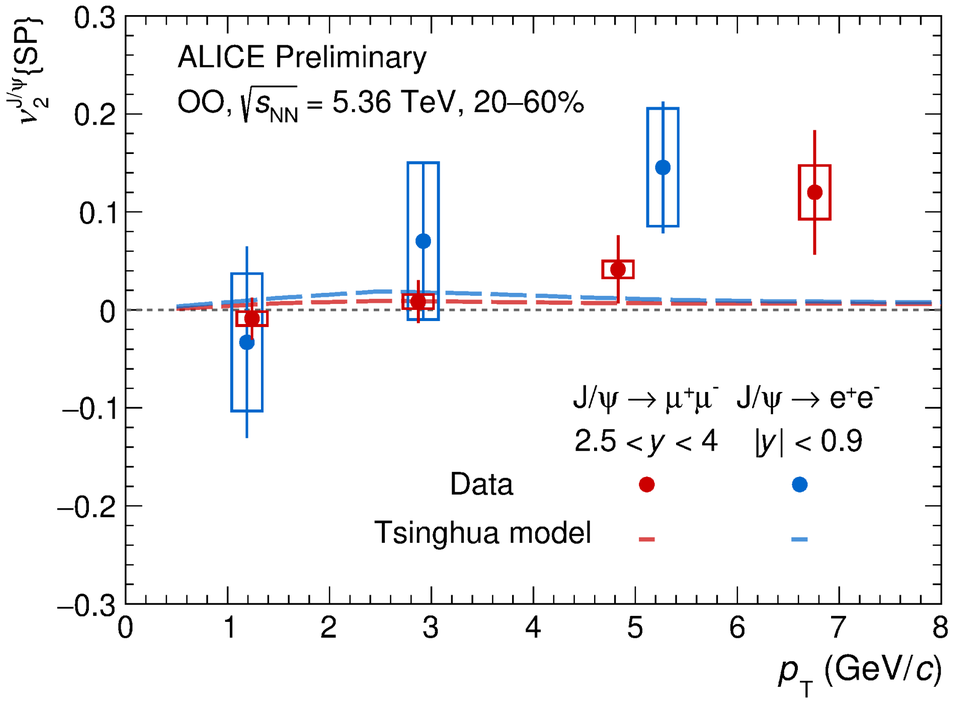


→详见薛旭飞的报告



$$\frac{dN}{d\varphi} \propto 1 + \sum_n 2v_n \cos n(\varphi - \Psi_n)$$

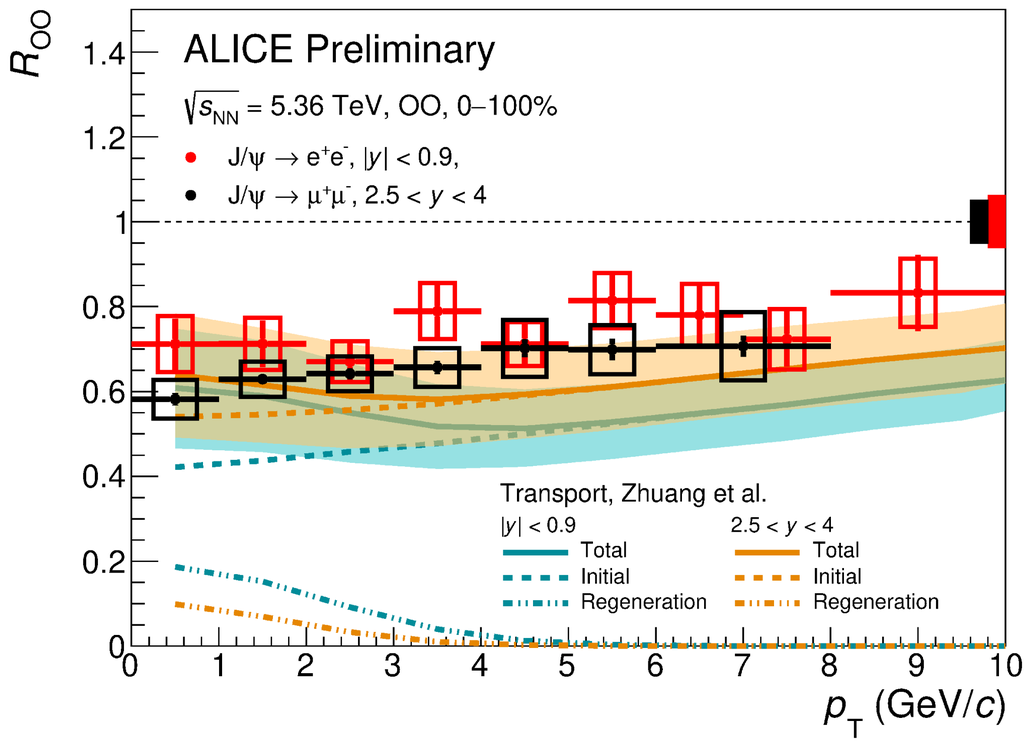
华师大 + 中科大 + 地大



→详见朱森杰的报告

- 在轻核(氧-氧)碰撞中观测到显著的粲强子椭圆流，表明重夸克在小尺度夸克物质中也具有强耦合。
- J/ψ椭圆流的横动量分布与基于输运机制的计算结果相吻合

亮点成果: 轻核碰撞中的夸克偶数产生性质



ALI-PREL-633552

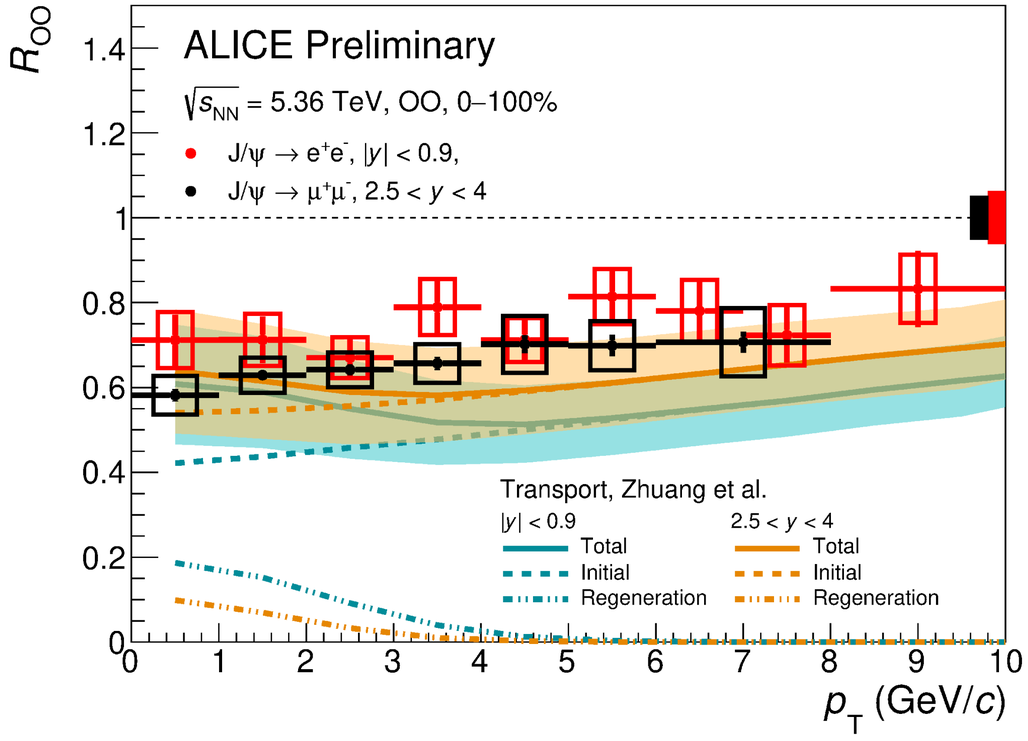
J/Ψ

$$R_{AA} = \frac{1}{A^2}\frac{\sigma_{AA}}{\sigma_{pp}}$$

中科大 + 华师大

- 利用轻核(氧-氧)对撞数据，精确提取J/ψ粒子的产额、核修正因子等物理观测量

亮点成果: 轻核碰撞中的夸克偶数产生性质

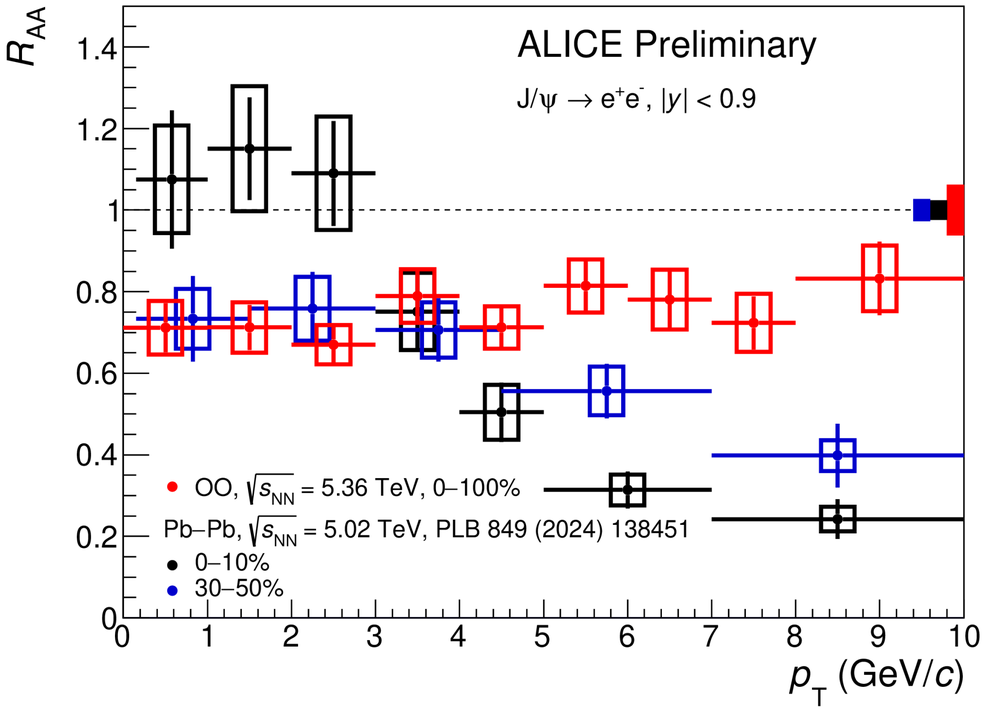


ALI-PREL-633552

J/Ψ

$$R_{AA} = \frac{1}{A^2}\frac{\sigma_{AA}}{\sigma_{pp}}$$

中科大 + 华师大

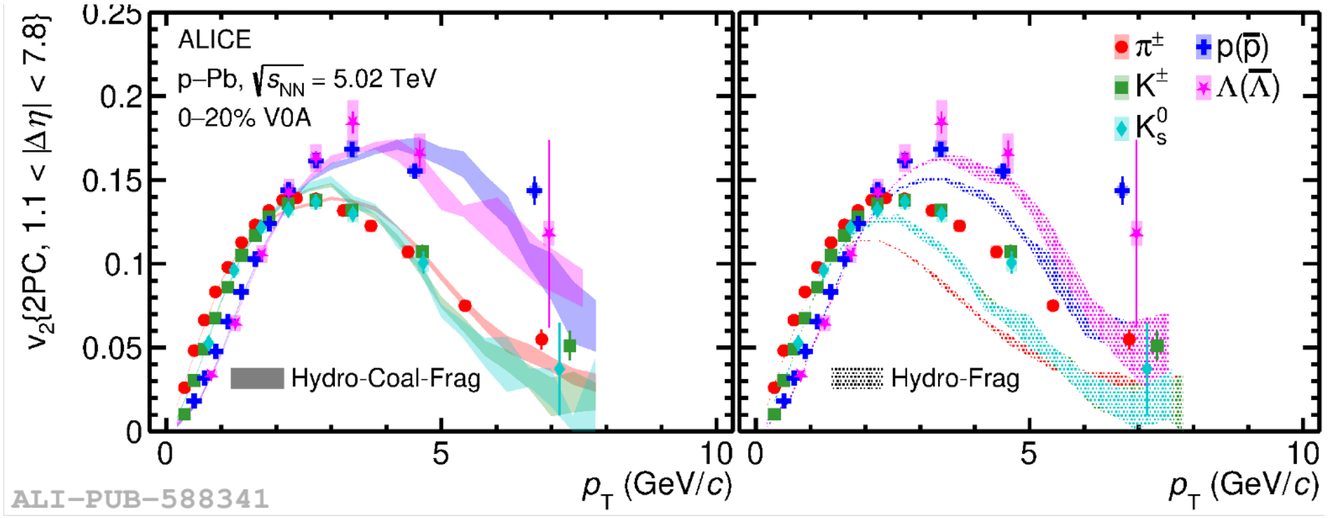


ALI-PREL-633557

→详见朱森杰的报告

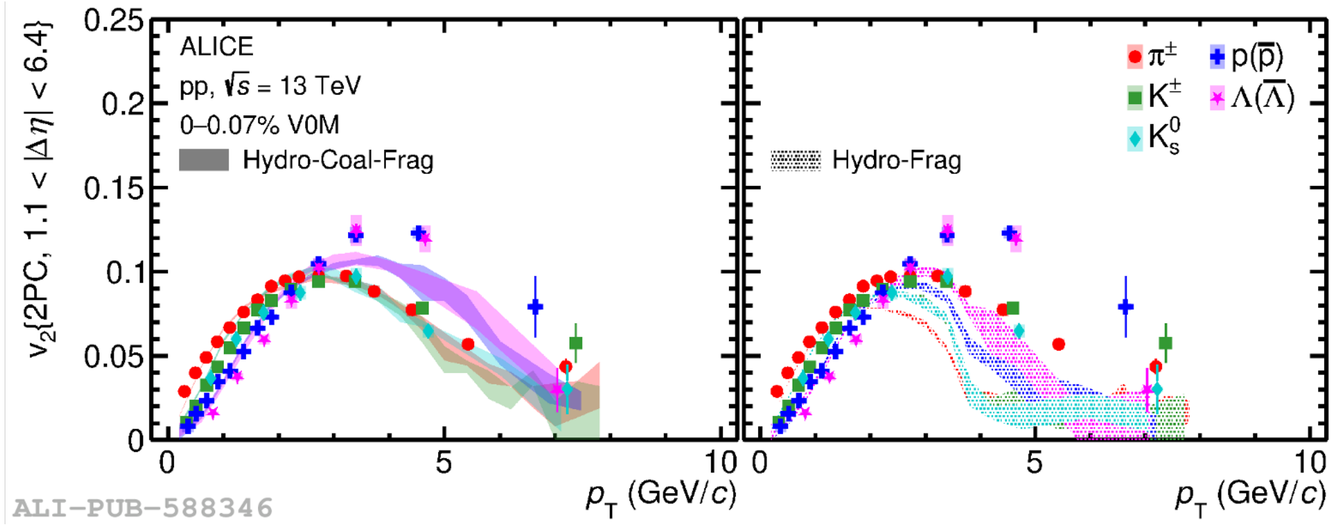
- 利用轻核(氧-氧)对撞数据，精确提取J/ψ粒子的产额、核修正因子等物理观测量
- J/ψ核修正因子与重核碰撞的结果有明显差异行为，这为理解从小系统到大系统QGP性质的变化提供了重要的实验支撑

亮点成果: 小碰撞中的集体行为研究



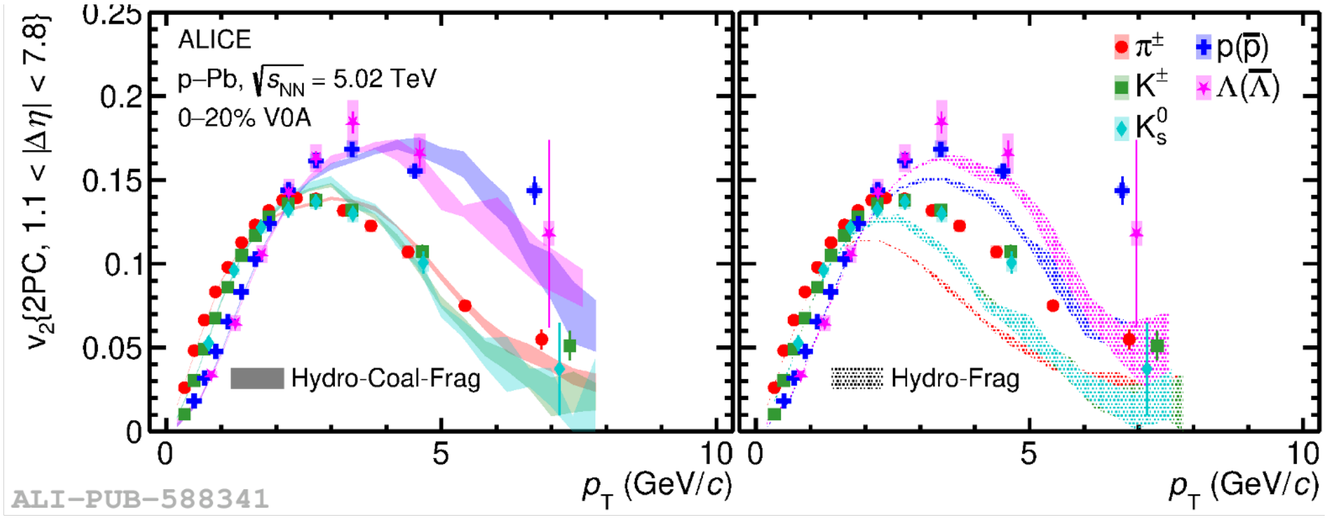
复旦大学

Nature Commun., 17 (2026) 1, 2585



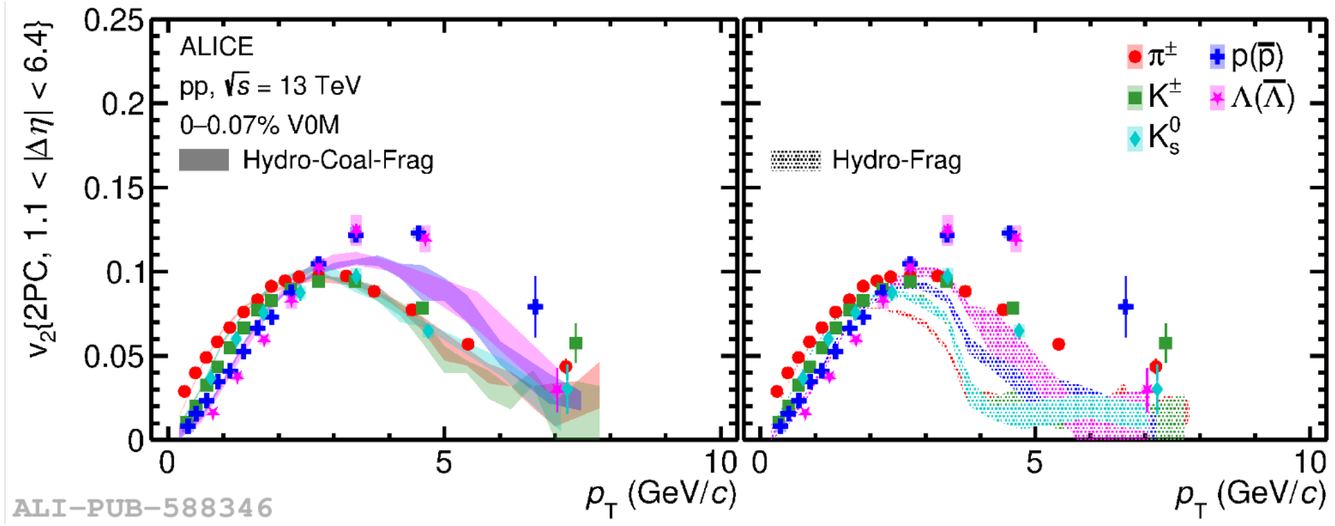
- 采用目前最先进的模版拟合(template fit)方法，精确测量了小系统碰撞(p-Pb 和pp)中高多重数条件下的鉴别粒子椭圆流
- 显著的椭圆流、清晰的质量排序和重子介子分组，预示着小系统中存在部分子层次的集体运动 (论文NC)

亮点成果: 小碰撞中的集体行为研究

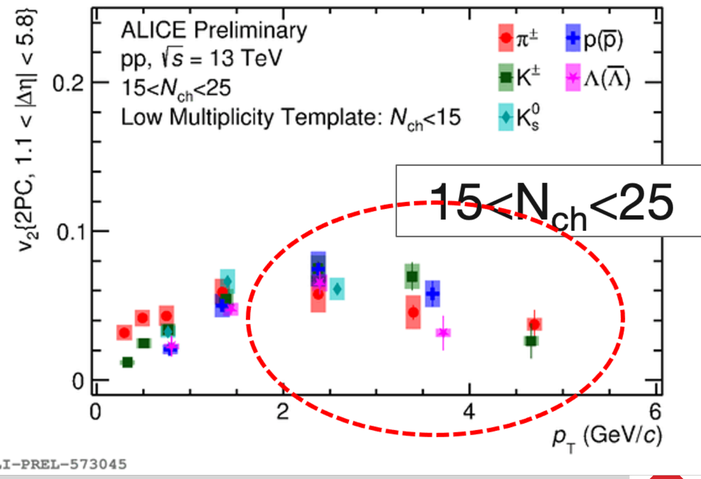


复旦大学

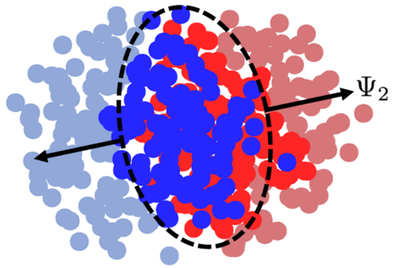
Nature Commun., 17 (2026) 1, 2585

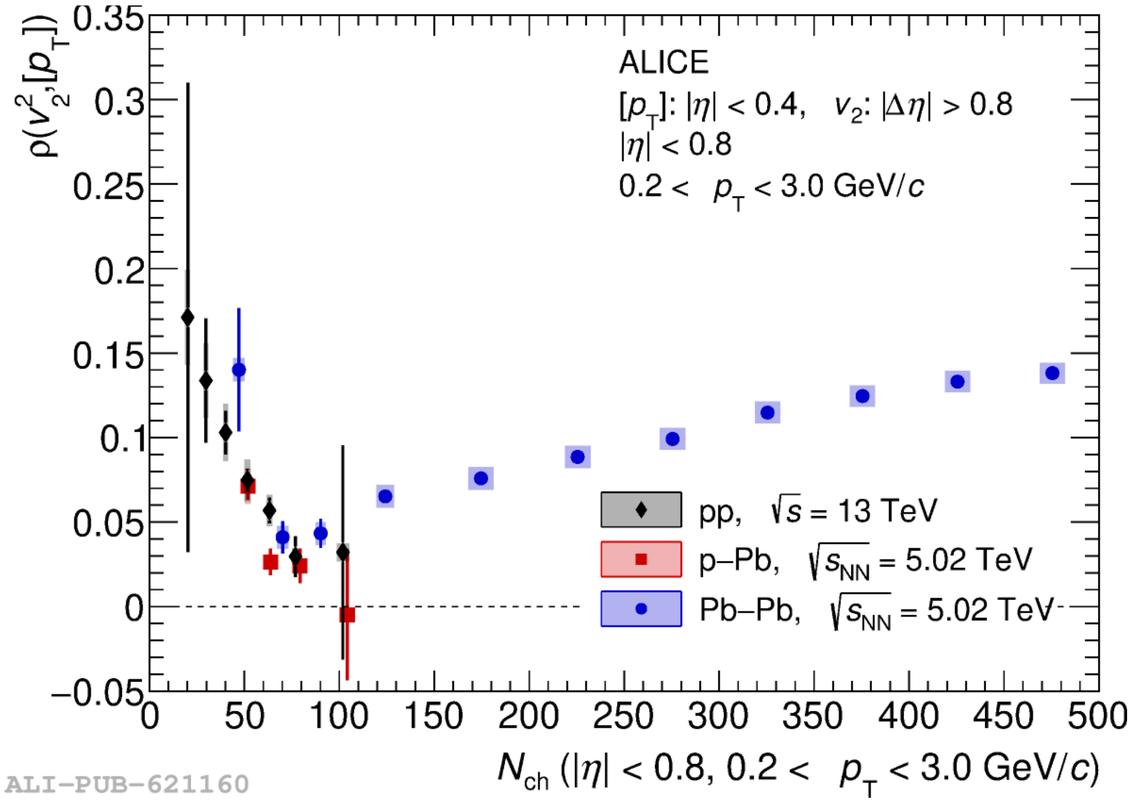


- 采用目前最先进的模版拟合(template fit)方法，精确测量了小系统碰撞(p-Pb 和pp)中高多重数条件下的鉴别粒子椭圆流
- 显著的椭圆流、清晰的质量排序和重子介子分组，预示着小系统中存在部分子层次的集体运动 (论文NC)
- 但在较低多重数($15<N_{ch}<25$)时，重子介子分组似乎消失？→集体流产生的开端？测量技术极限？(论文CR2)



亮点成果: 重离子碰撞中的集体运动性质



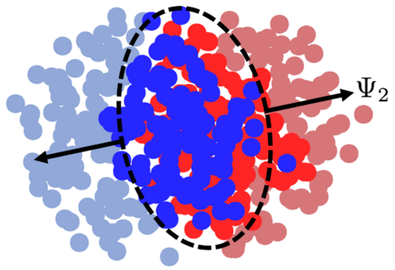


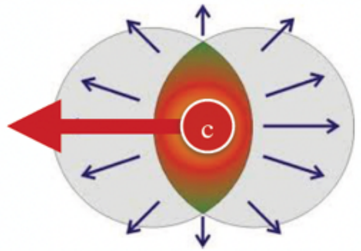
原子能院

arXiv:2603.13217，submitted to JHEP

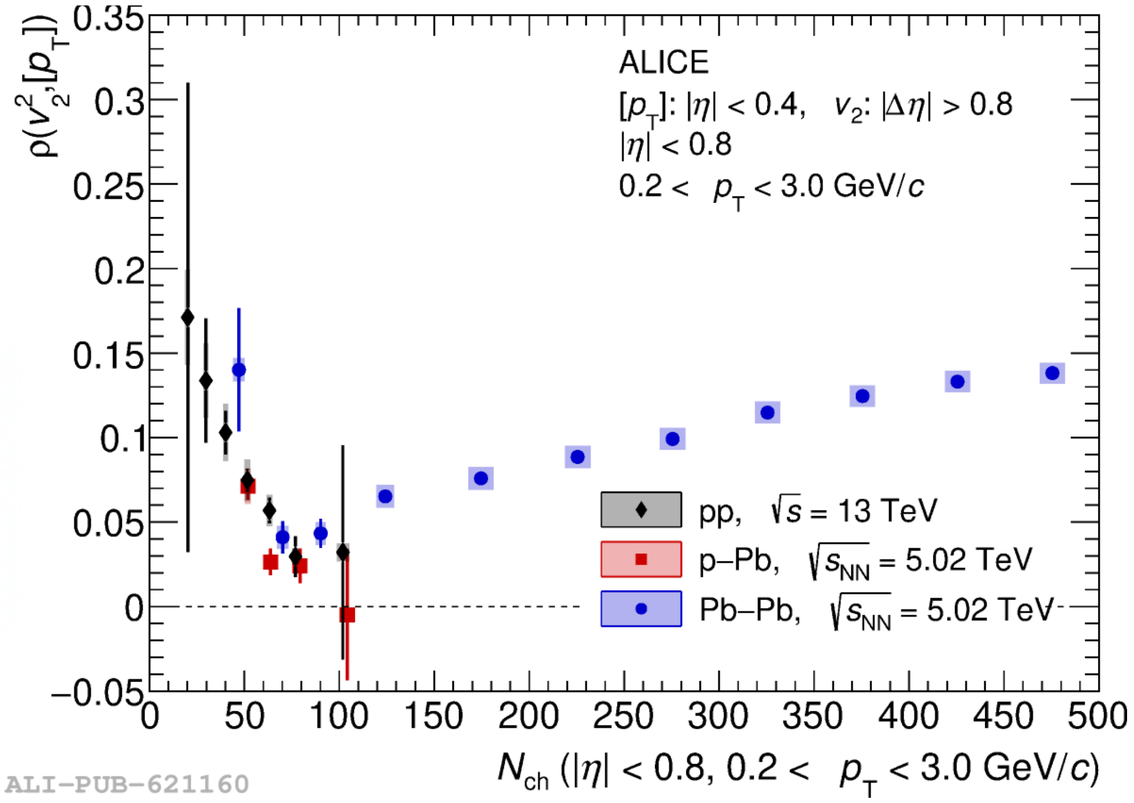
- 利用ALICE实验数据，研究了椭圆流与横动量之间的关联性质，该观测量对于碰撞系统的初态形状，大小以及早期动力学信息敏感

亮点成果: 重离子碰撞中的集体运动性质



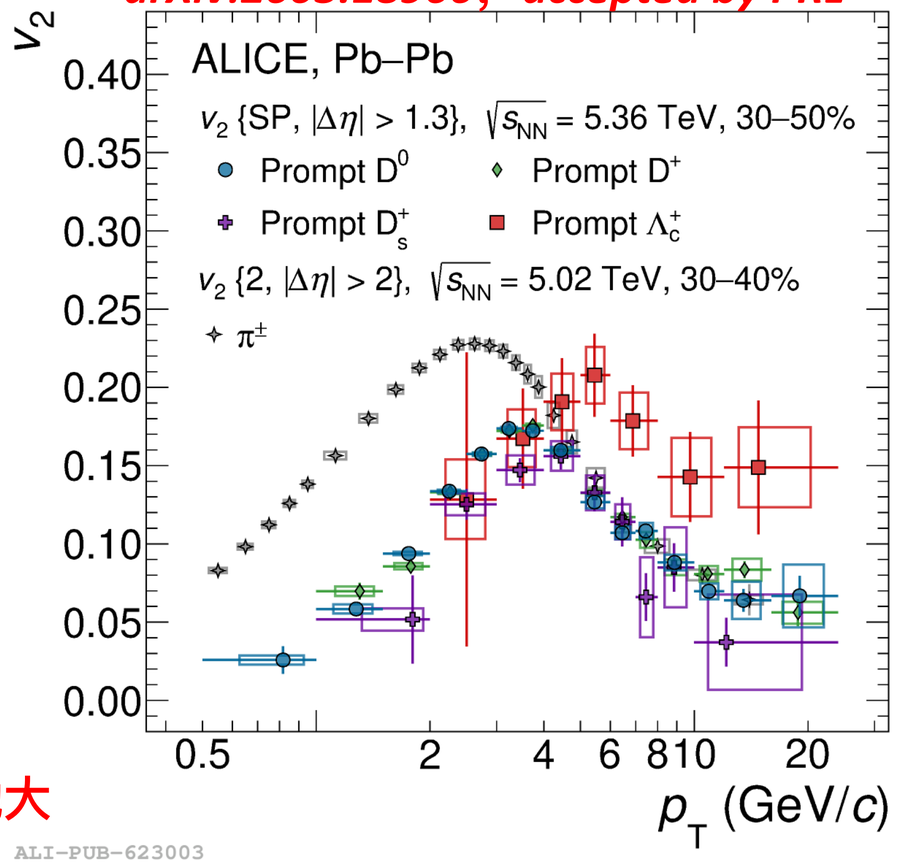


原子能院



arXiv:2603.13217, submitted to JHEP

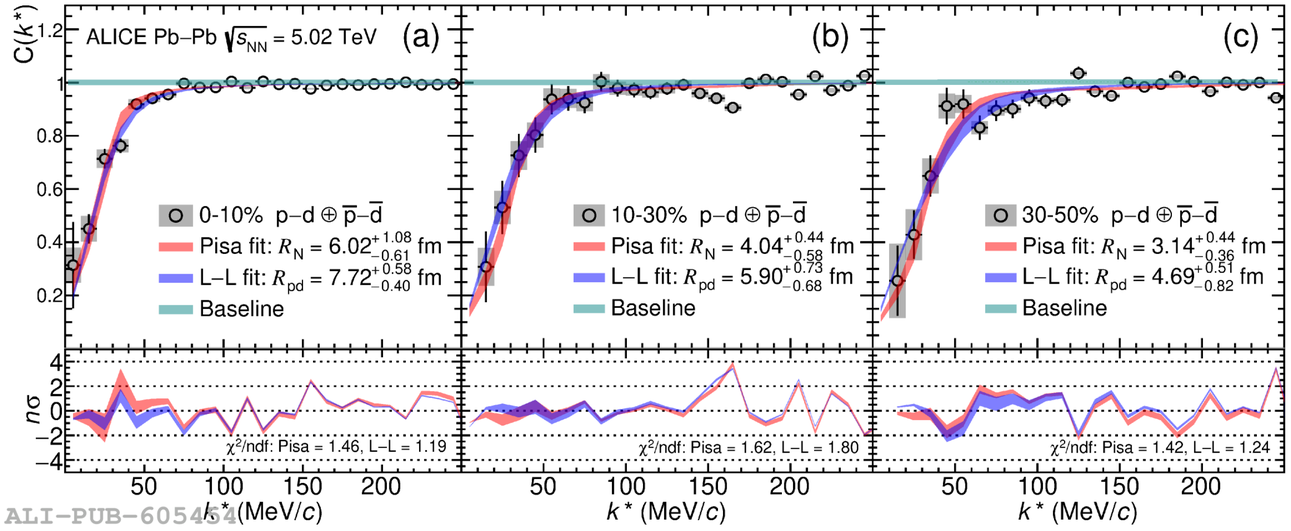
arXiv:2603.18966, accepted by PRL



华师大 + 地大

- 利用ALICE实验数据，研究了椭圆流与横动量之间的关联性质，该观测量对于碰撞系统的初态形状，大小以及早期动力学信息敏感
- 基于Run 3数据，首次在铅核–铅核碰撞中观测到粲重子–介子分组现象，证实了部分子层次的集体运动 → 对重夸克强子化、热化特性提供精确标定

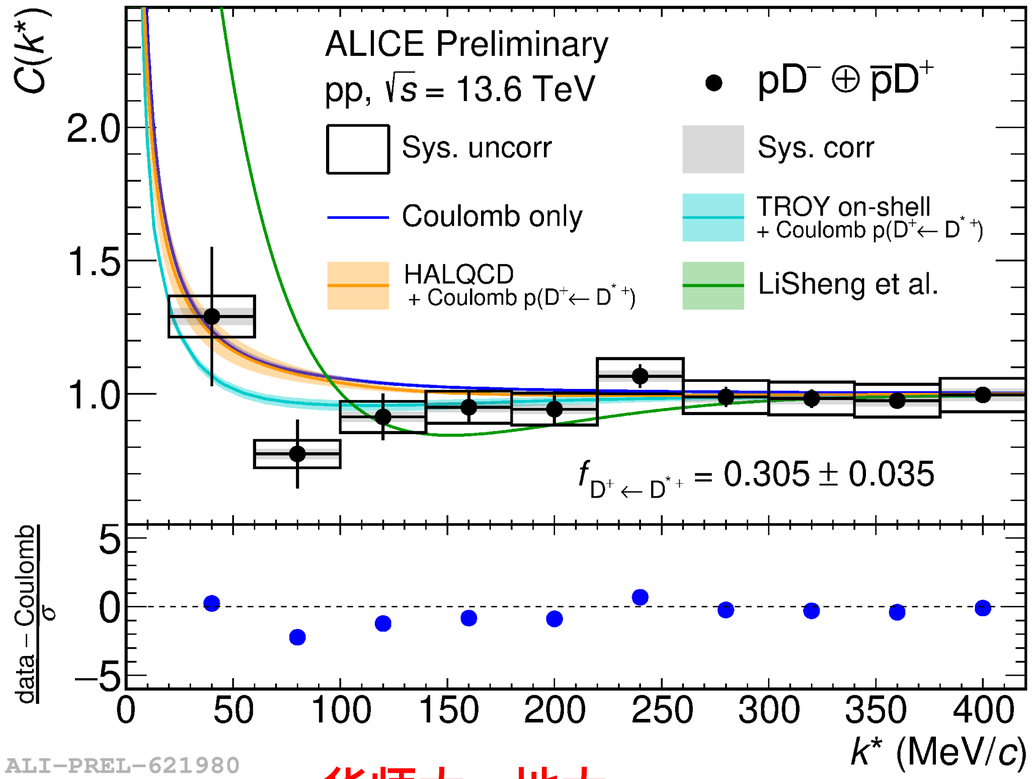
亮点成果: 相对动量关联研究



复旦大学

PLB 871 (2025) 139921

NST 36 (2025) 154

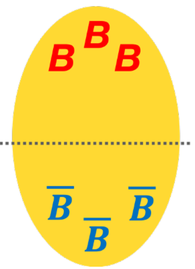


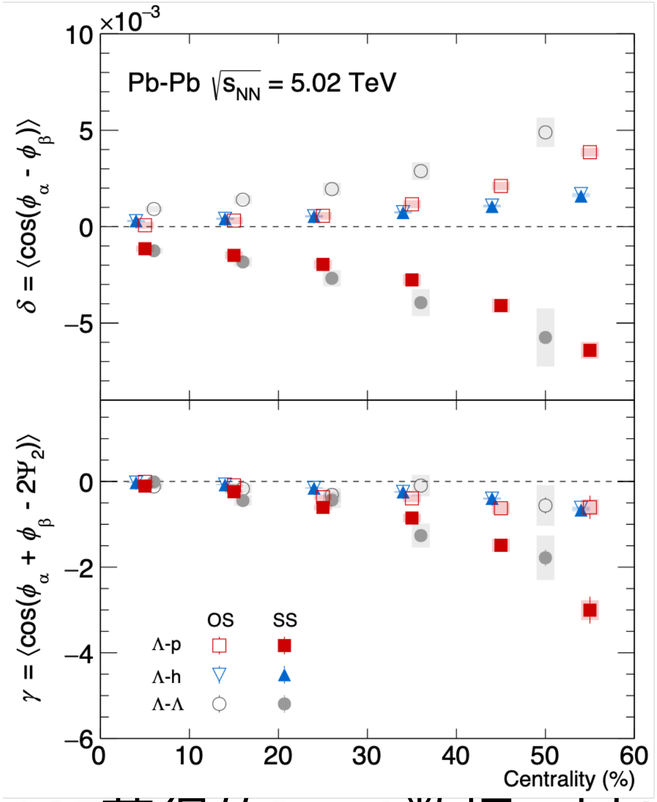
华师大 + 地大

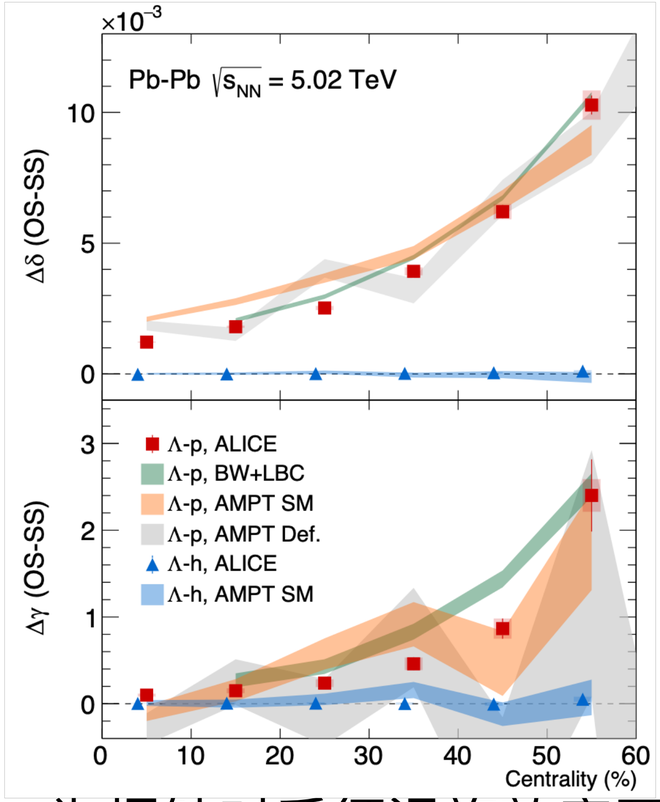
→详见刘云帆的报告

- 基于ALICE获得的对撞数据，利用动量关联研究粒子间的相互作用及发射源性信息
  - 通过质子与轻核的相互作用，证实了d携带核子层次信息
  - 通过质子与D介子的关联，暗示D介子与质子之间存在较弱的强相互作用排斥力

亮点成果: 手征反常效应研究





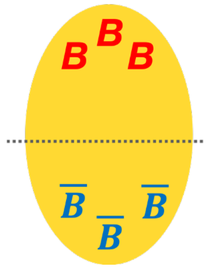


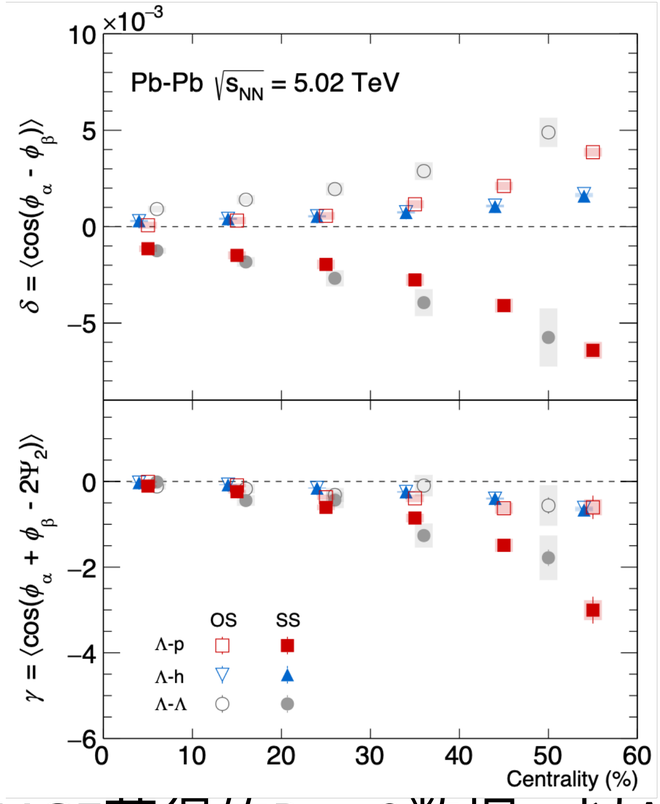
复旦大学

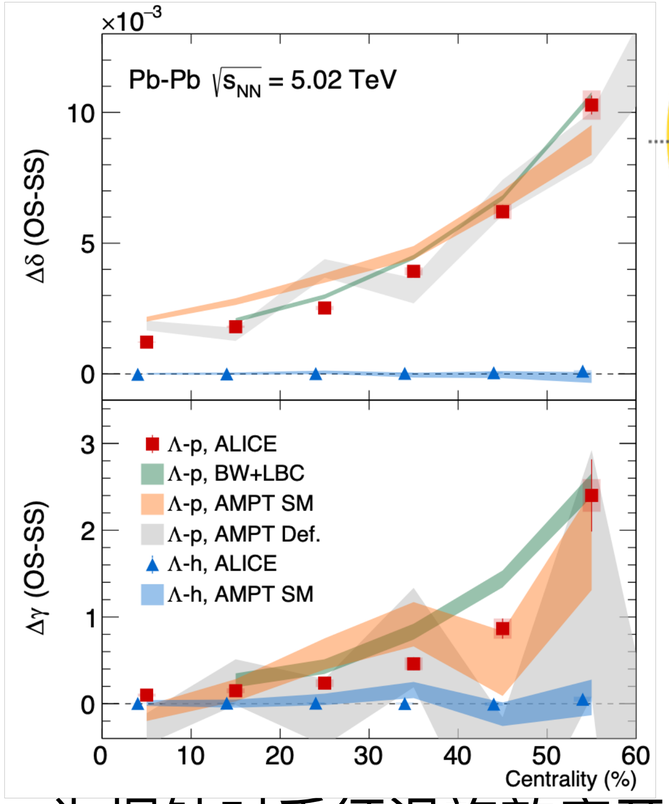
PLB 874 (2026) 142073

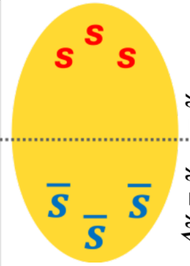
- 基于ALICE获得的Run 2数据，以Λ-p为探针对手征涡旋效应开展寻找
  - 发现了显著的分离效应，含有来自重子产生/守恒的巨大背景，复旦组同时完成了背景机制的理论工作，发表于 PLB， 实验组文章目前在IRC状态

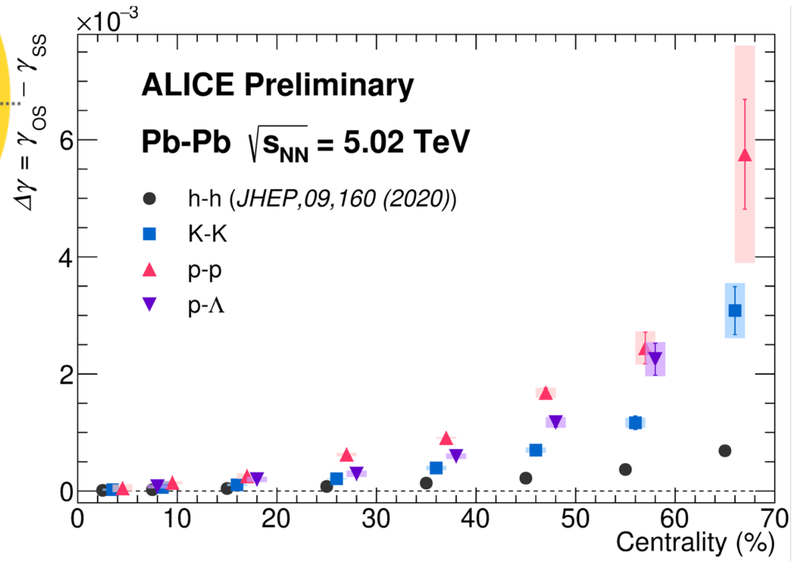
亮点成果: 手征反常效应研究











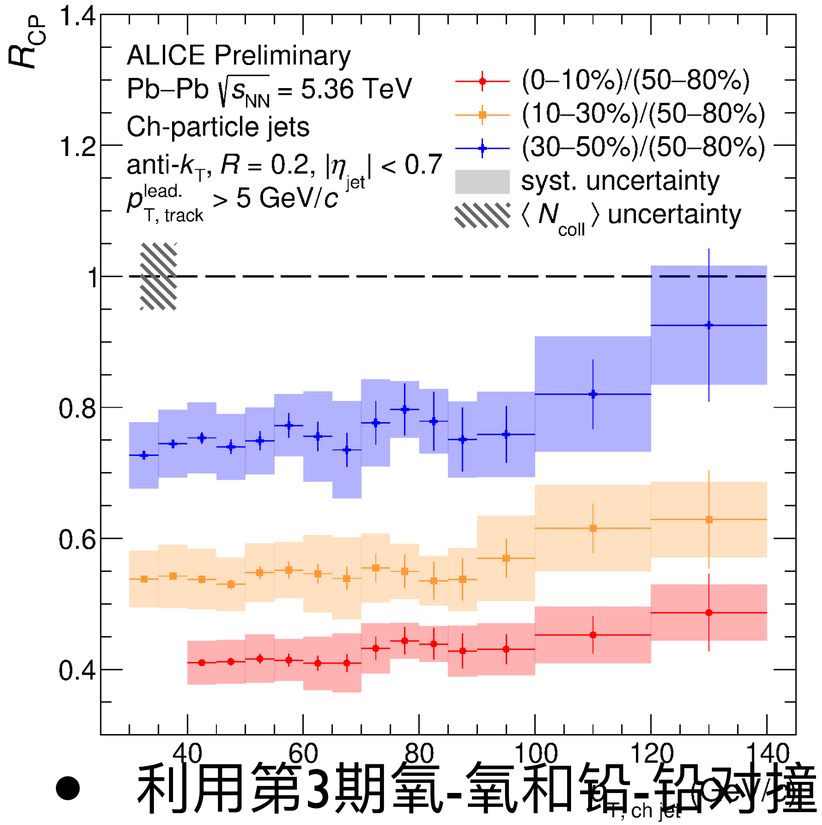
复旦大学

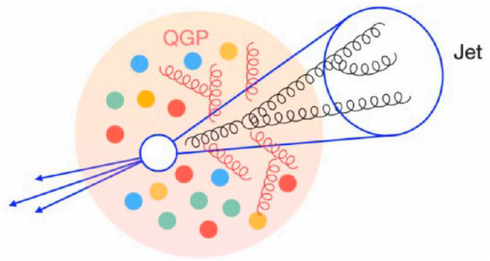
PLB 874 (2026) 142073

→详见熊科刚的报告

- 基于ALICE获得的Run 2数据，以Λ-p为探针对手征涡旋效应开展寻找
  - 发现了显著的分离效应，含有来自重子产生/守恒的巨大背景，复旦组同时完成了背景机制的理论工作，发表于 PLB， 实验组文章目前在IRC状态
- 以π-π, K-K, p-p为探针研究夸克味依赖的手征磁效应
  - 发现了显著的排序效应，可能来源于强子产生机制和集体运动的耦合

亮点成果: 喷注性质研究





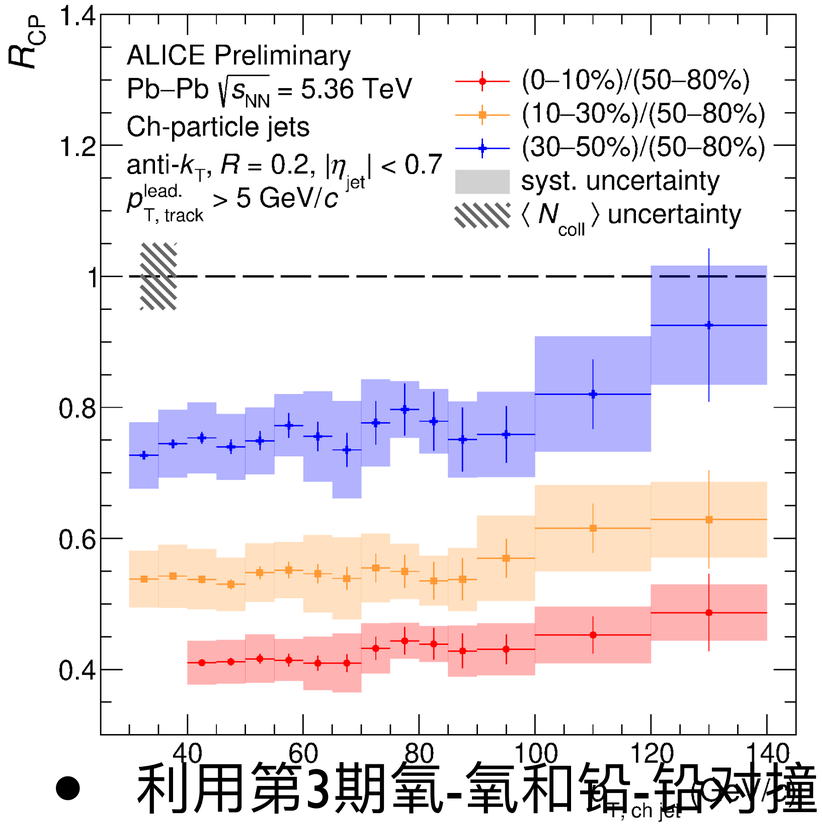
https://www.int.washington.edu/node/776

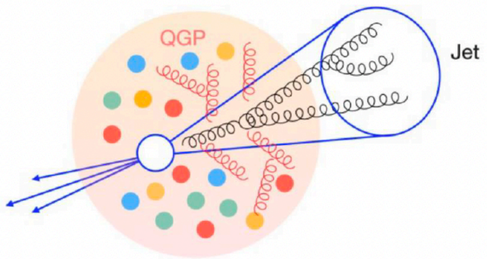
$$R_{AA} = \frac{1}{A^2}\frac{\sigma_{AA}}{\sigma_{pp}}$$

华师大 + 地大

- 利用第3期氧-氧和铅-铅对撞数据，率先完成了喷注产额及核修正因子随中心度的变化
  - 喷注产额随铅-铅碰撞中心度的升高而压低→喷注淬火效应

亮点成果: 喷注性质研究

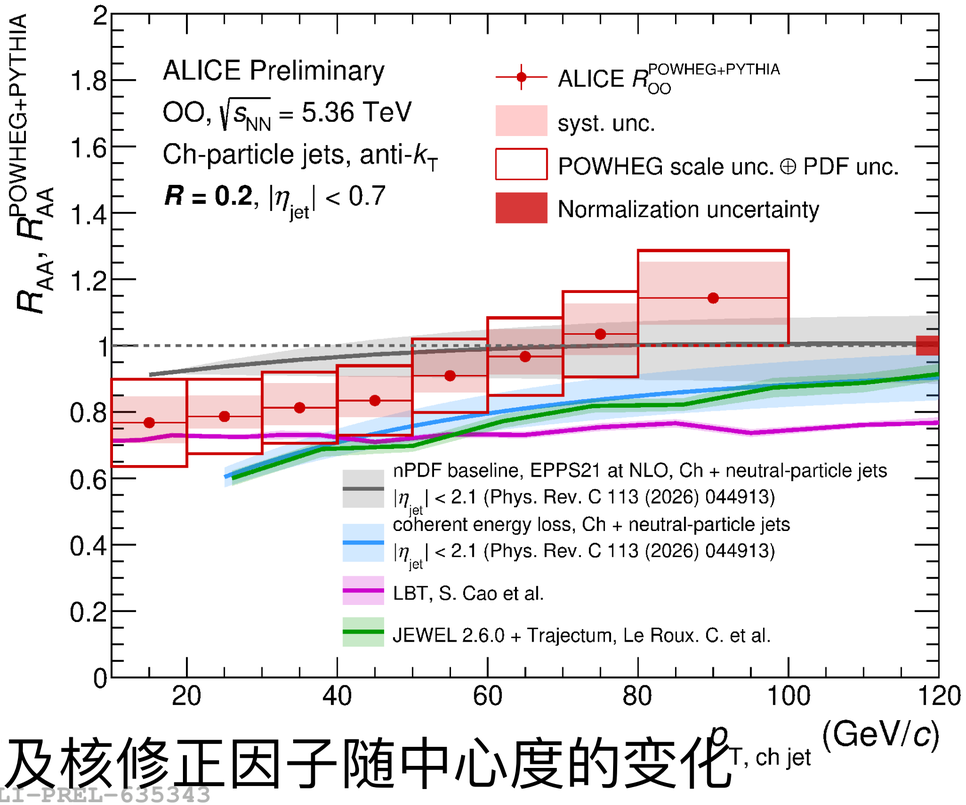




https://www.int.washington.edu/node/776

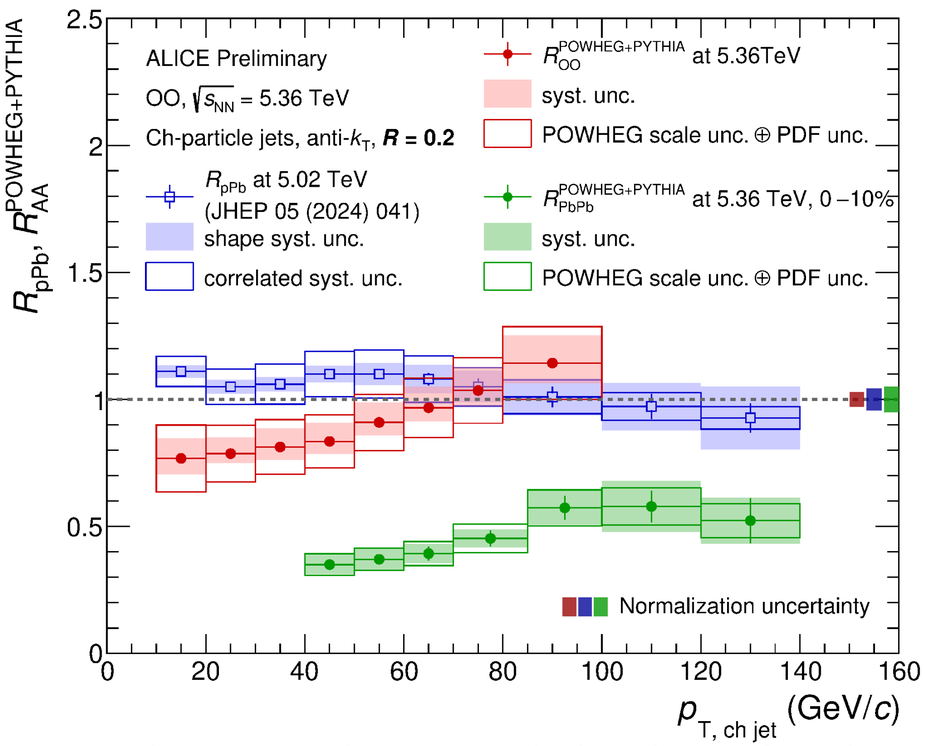
$$R_{AA} = \frac{1}{A^2}\frac{\sigma_{AA}}{\sigma_{pp}}$$

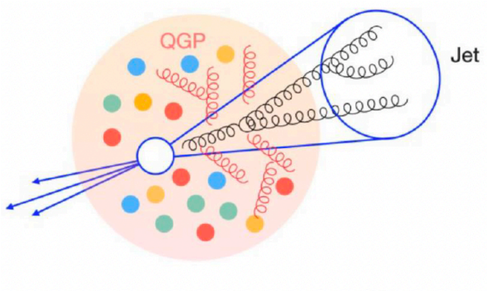
华师大 + 地大



- 利用第3期氧-氧和铅-铅对撞数据，率先完成了喷注产额及核修正因子随中心度的变化
  - 喷注产额随铅-铅碰撞中心度的升高而压低→喷注淬火效应
  - 轻核(氧-氧)对撞的数据提示低横动量的喷注有较弱的压低效应

亮点成果: 喷注性质研究

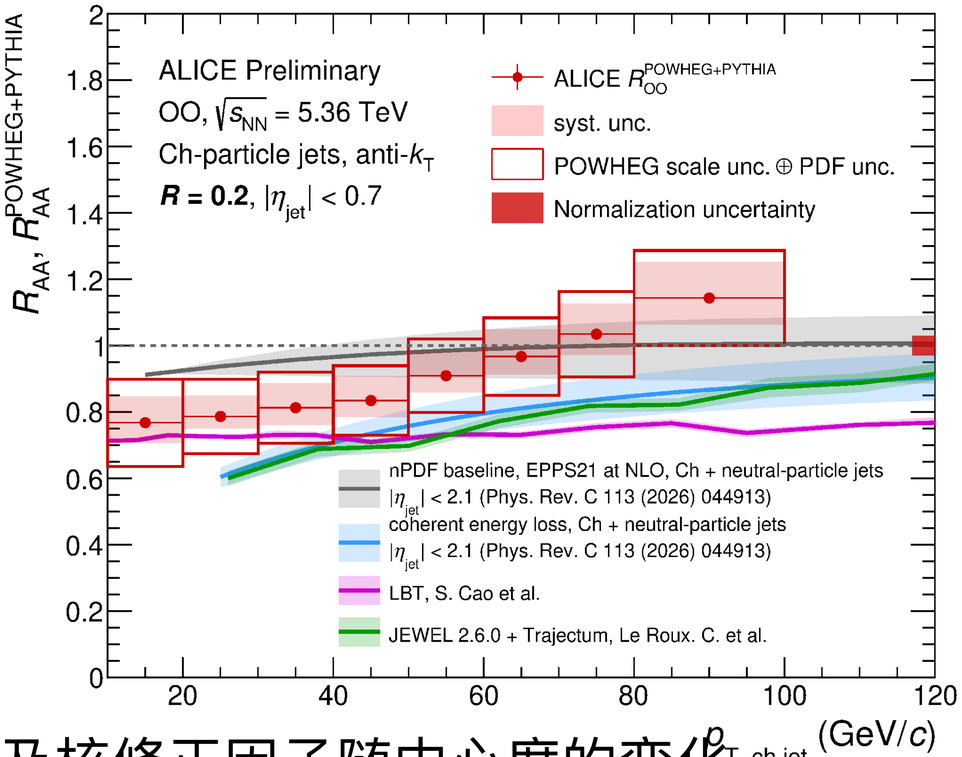




https://www.int.washington.edu/node/776

$$R_{AA} = \frac{1}{A^2}\frac{\sigma_{AA}}{\sigma_{pp}}$$

华师大 + 地大



- 利用第3期氧-氧和铅-铅对撞数据，率先完成了喷注产额及核修正因子随中心度的变化

ALI-PREL-635261
ALI-PREL-635343

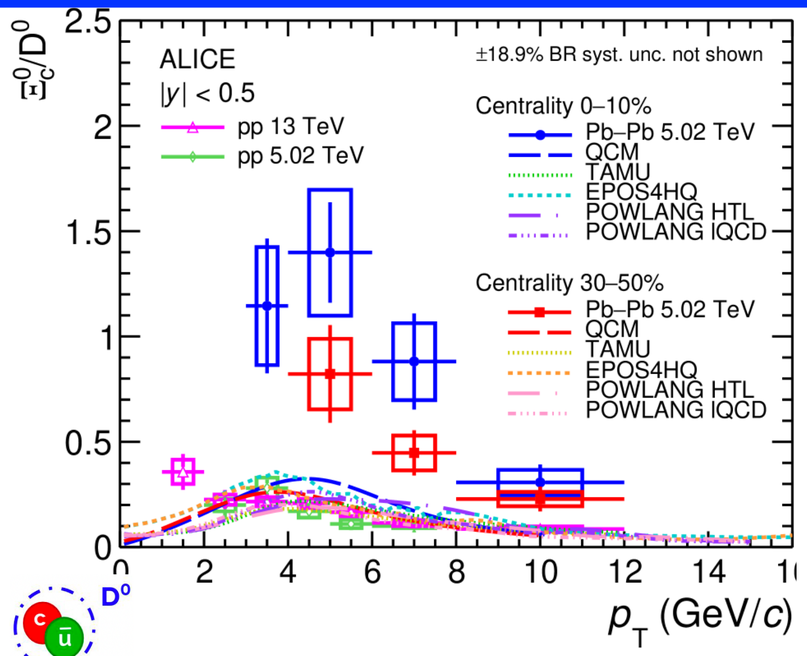
  - 喷注产额随铅-铅碰撞中心度的升高而压低→喷注淬火效应

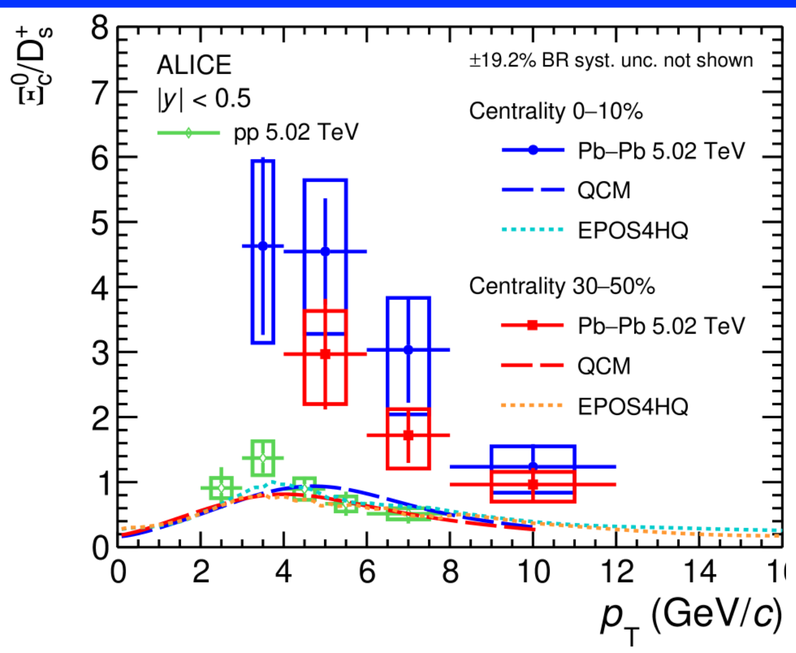
→详见高艺航的报告

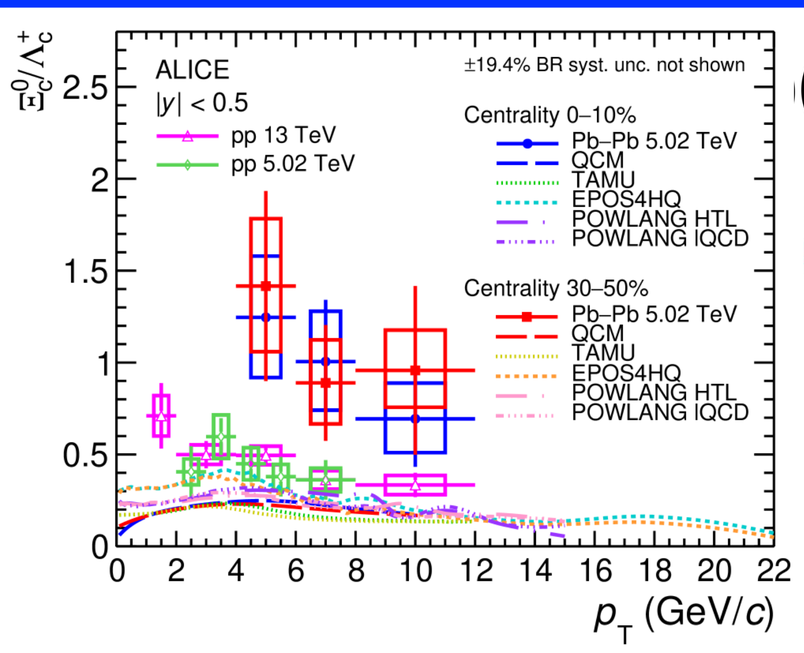
  - 轻核(氧-氧)对撞的数据提示低横动量的喷注有较弱的压低效应

- 对比不同碰撞系统下的喷注核修正因子显示出喷注淬火对碰撞系统大小的层级结构 (R_{AA} (Pb-Pb) < R_{OO} < $R_{p\text{-}Pb}$ (~1))

亮点成果: 重味强子化机制的研究



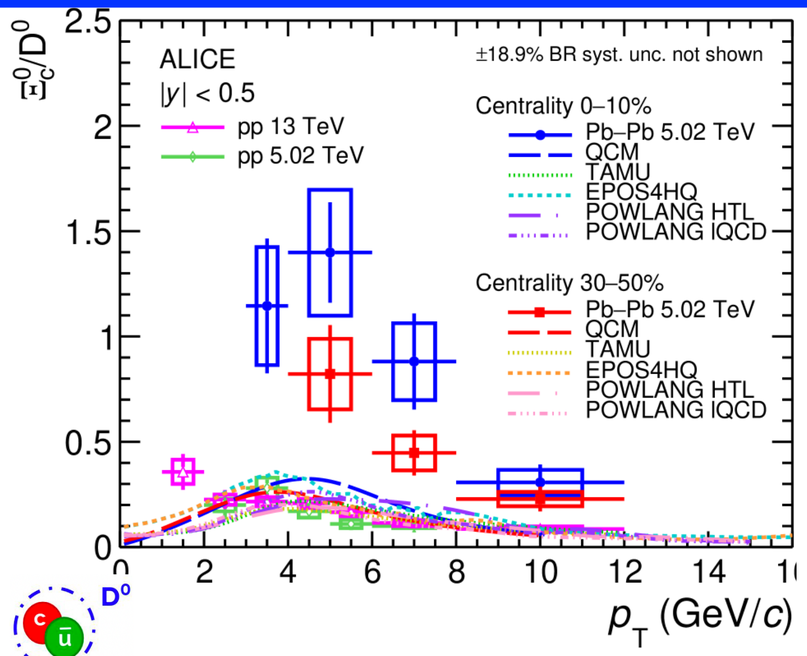




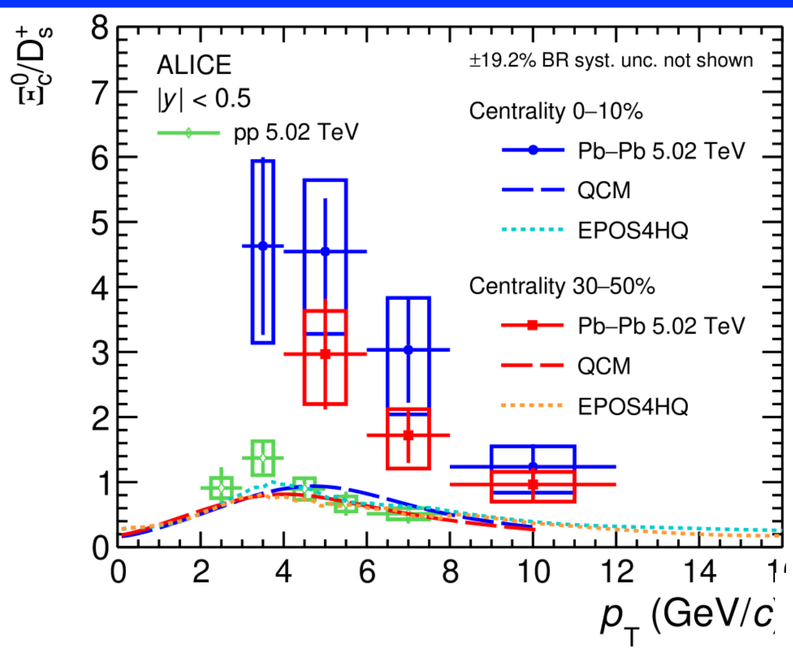
复旦大学　　*arXiv: 2607.17903，submitted to PRL*

- 首次在重离子碰撞中观测到粲重子 Ξ_c^0 的信号
- 产额相较于pp有明显的增强

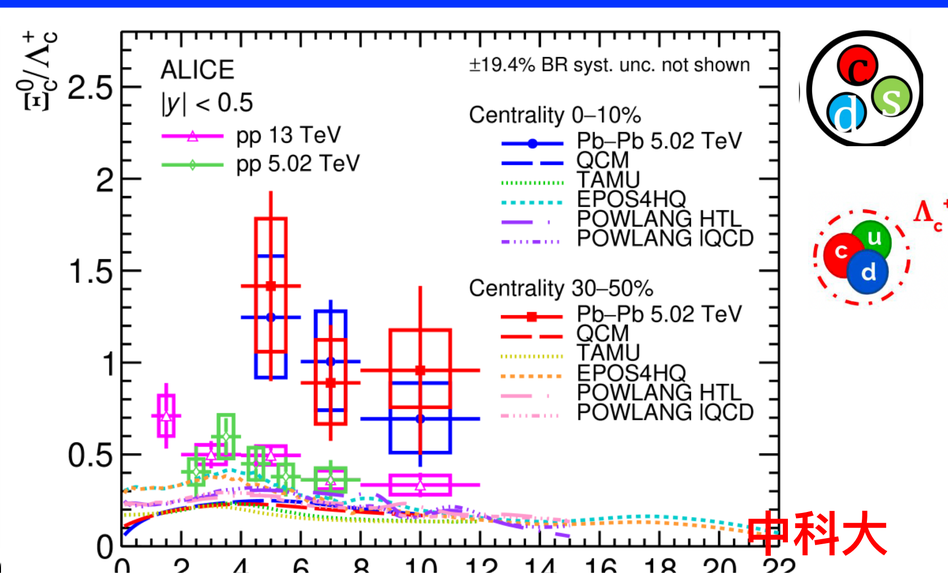
亮点成果: 重味强子化机制的研究



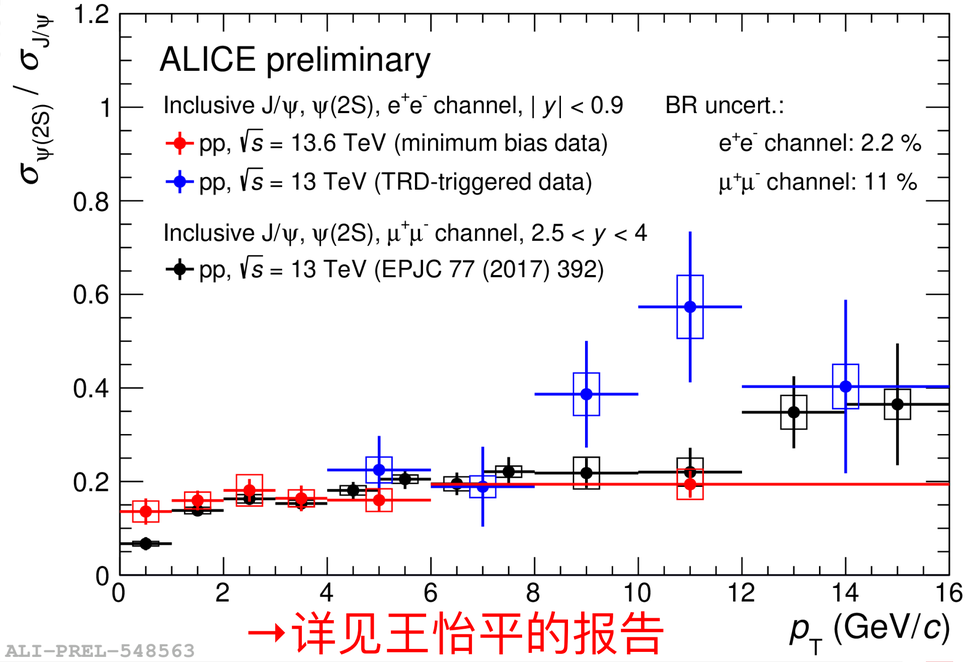
复旦大学



arXiv: 2607.17903，submitted to PRL



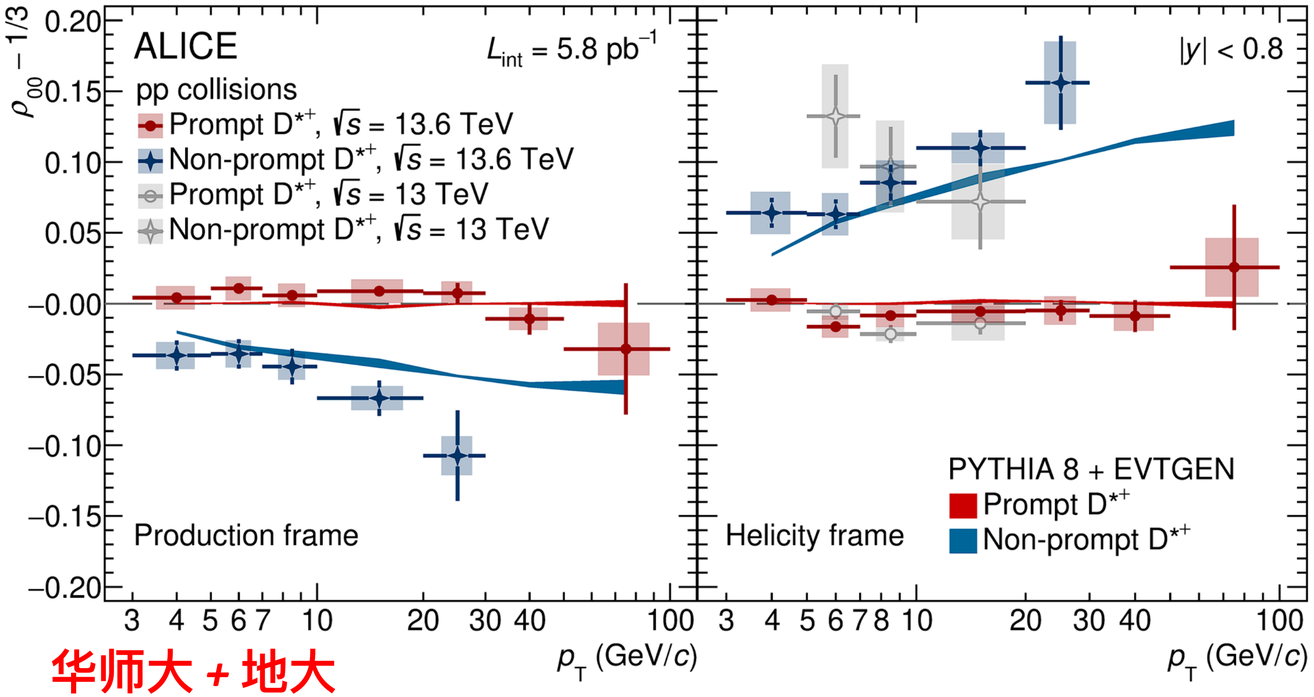
中科大

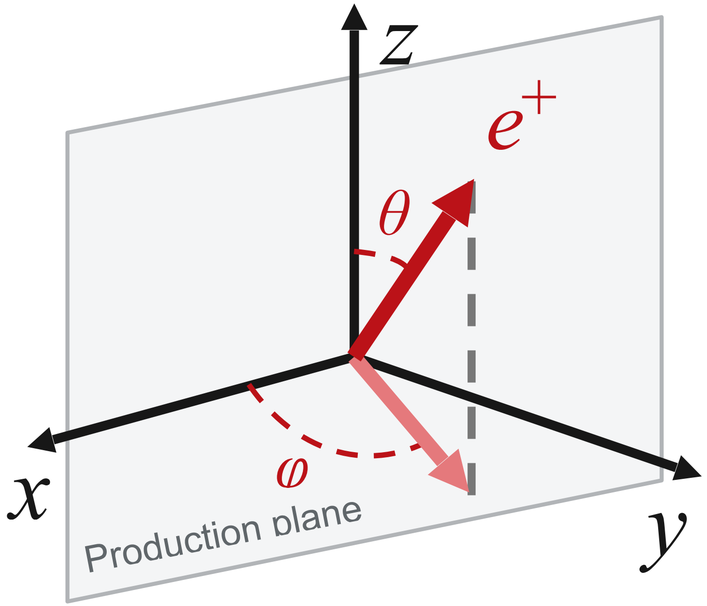


→详见王怡平的报告

- 首次在重离子碰撞中观测到粲重子 Ξ_c^0 的信号
- 产额相较于pp有明显的增强
- 利用Run 3显著提升的实验数据，开展了重夸克偶数产生特性的深入研究

亮点成果: 重味粒子的自旋排列





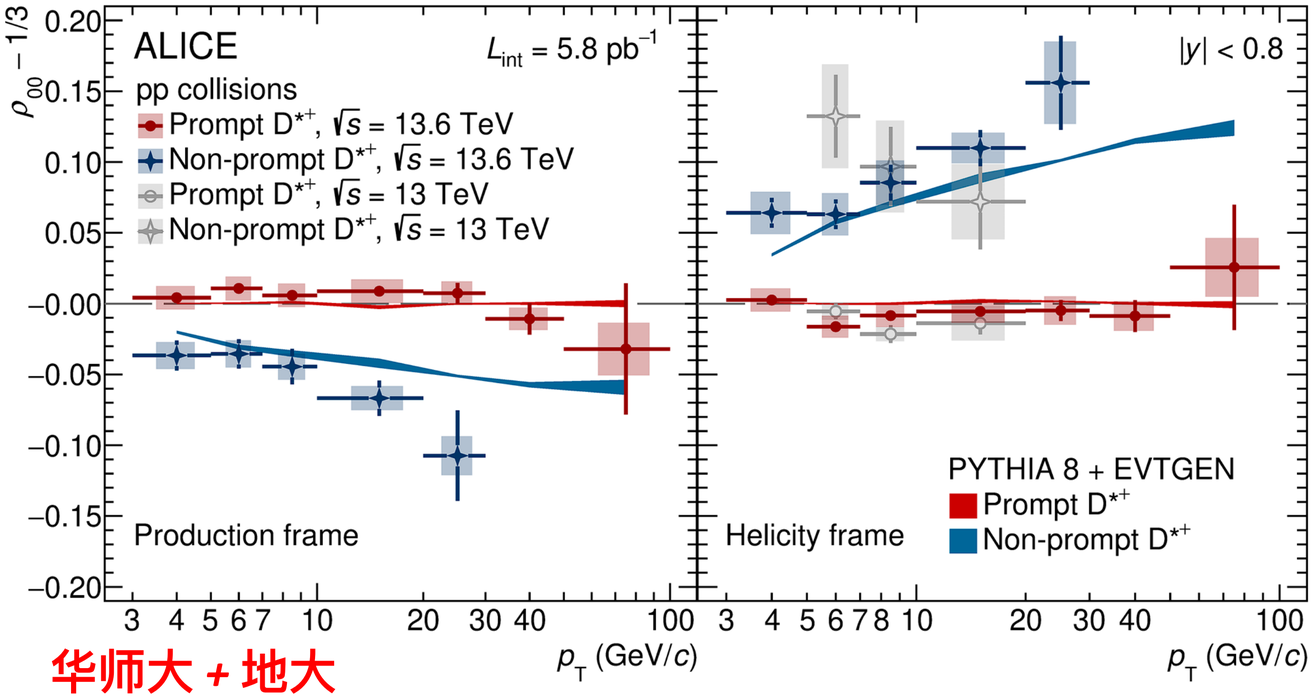
华师大 + 地大

ALI-PUB-642052

arXiv: 2609.39713，submitted to JHEP

- 利用质子-质子对撞数据，测量了不同重味粒子的自旋排列参数：
  - 对于瞬发D介子，未观测到明显的自旋排列现象，
  - 非瞬发介子则由于B强子弱衰变时的螺旋守恒，在高p_T区间观测到偏离无极化假设的趋势

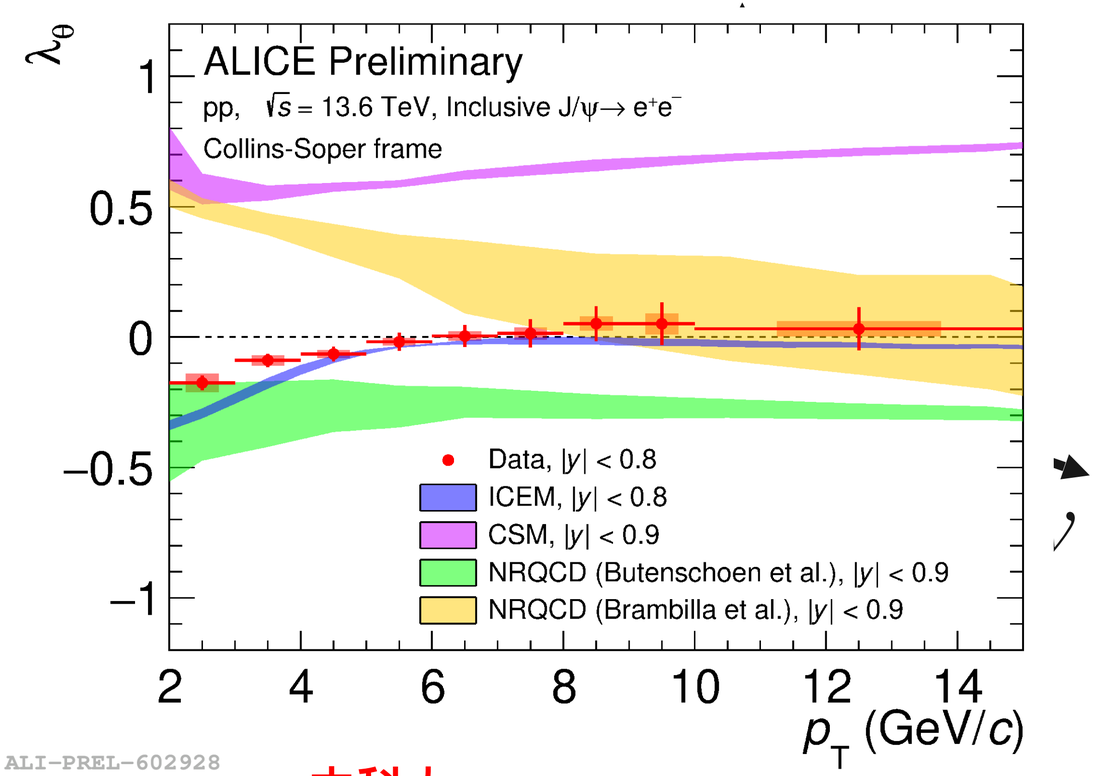
亮点成果: 重味粒子的自旋排列



华师大 + 地大

ALI-PUB-642052

arXiv: 2609.39713，submitted to JHEP



ALI-PREL-602928

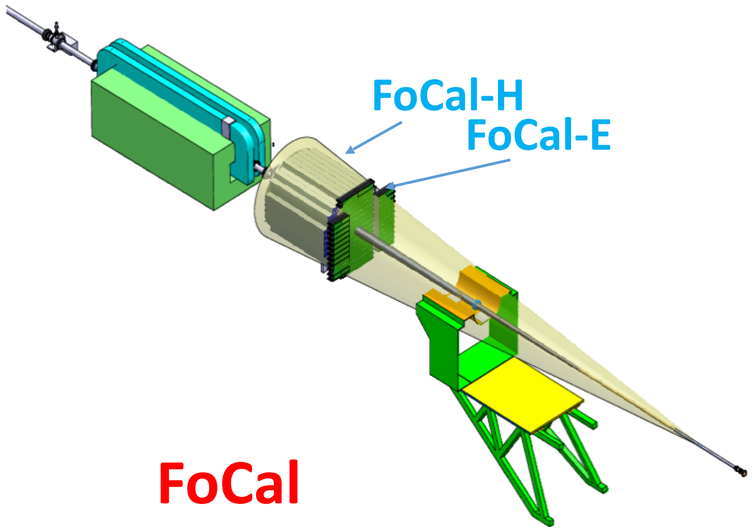
中科大

→详见熊圳君的报告

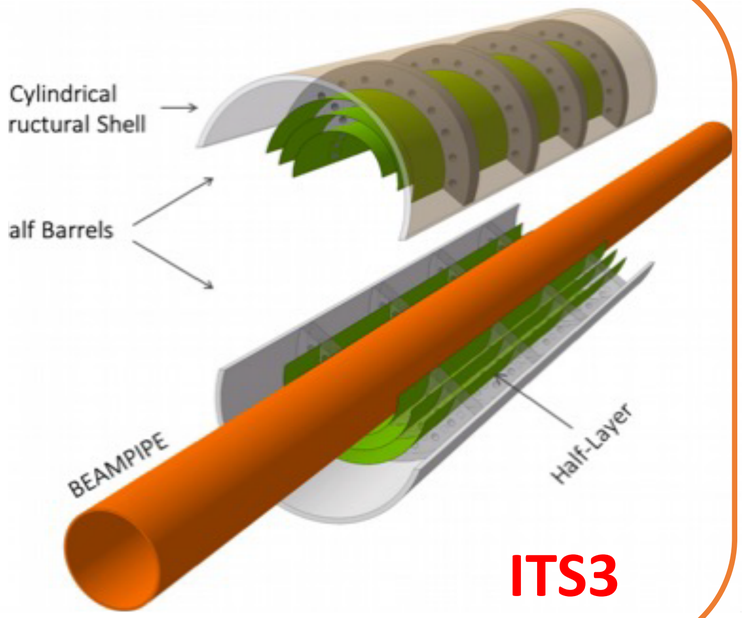
- 利用质子-质子对撞数据，测量了不同重味粒子的自旋排列参数：
  - 对于瞬发D介子，未观测到明显的自旋排列现象，
  - 非瞬发介子则由于B强子弱衰变时的螺旋守恒，在高p_T区间观测到偏离无极化假设的趋势
- 质子碰撞中J/ψ粒子的自旋排列是理解重夸克偶素产生机制，具有显著区分模型的能力

ALICE探测器升级计划

LS3 upgrades

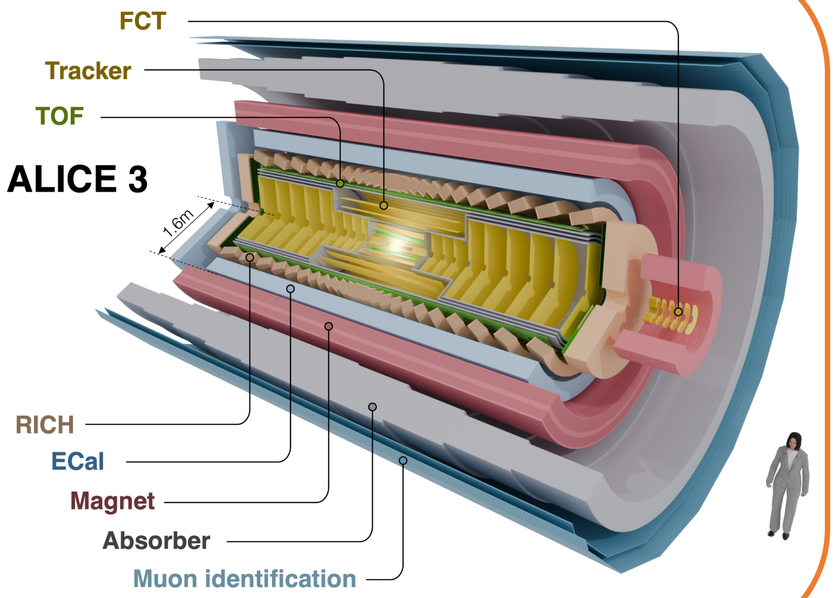


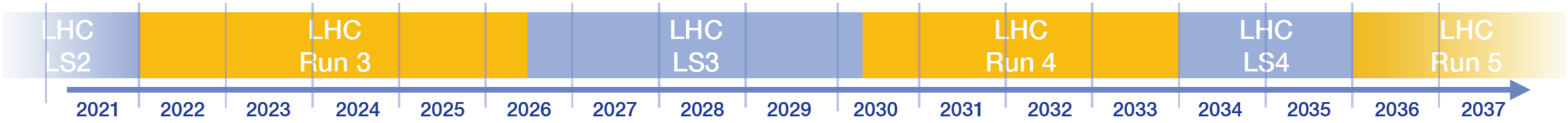
FoCal



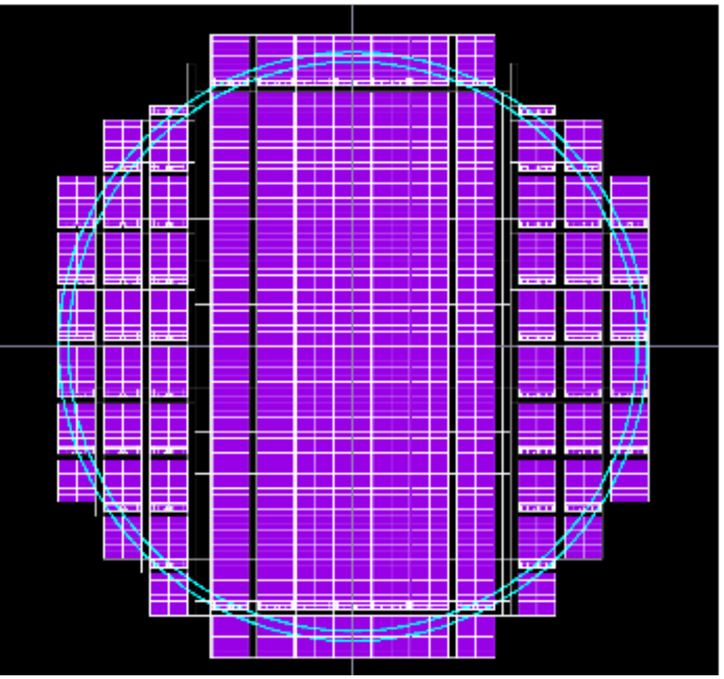
ITS3

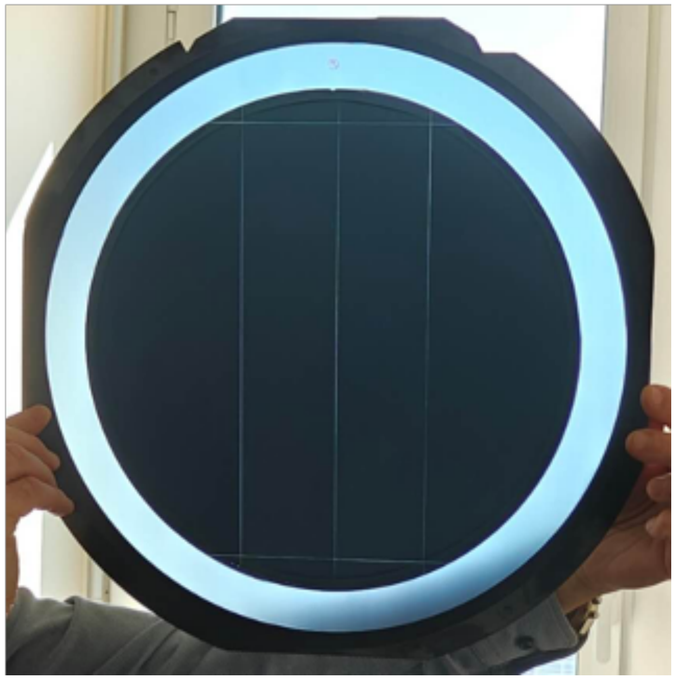
LS4: ALICE3

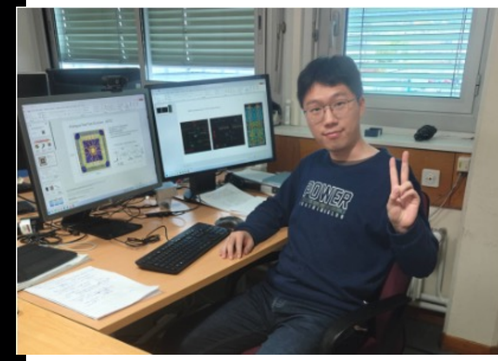


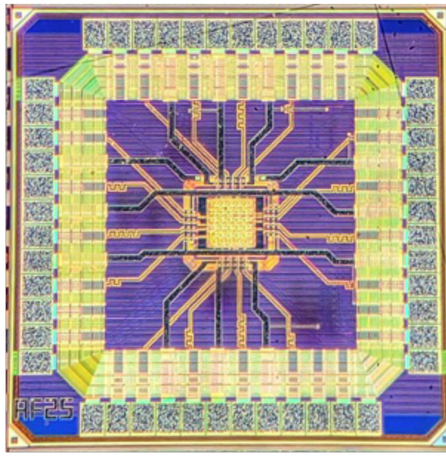


LS3硬件升级的贡献— ITS3





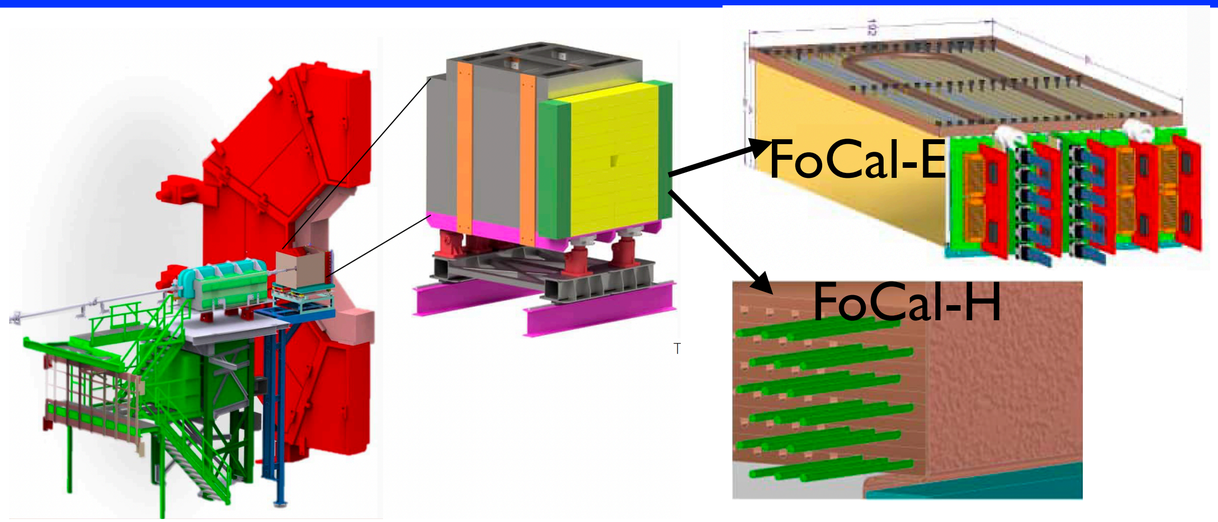




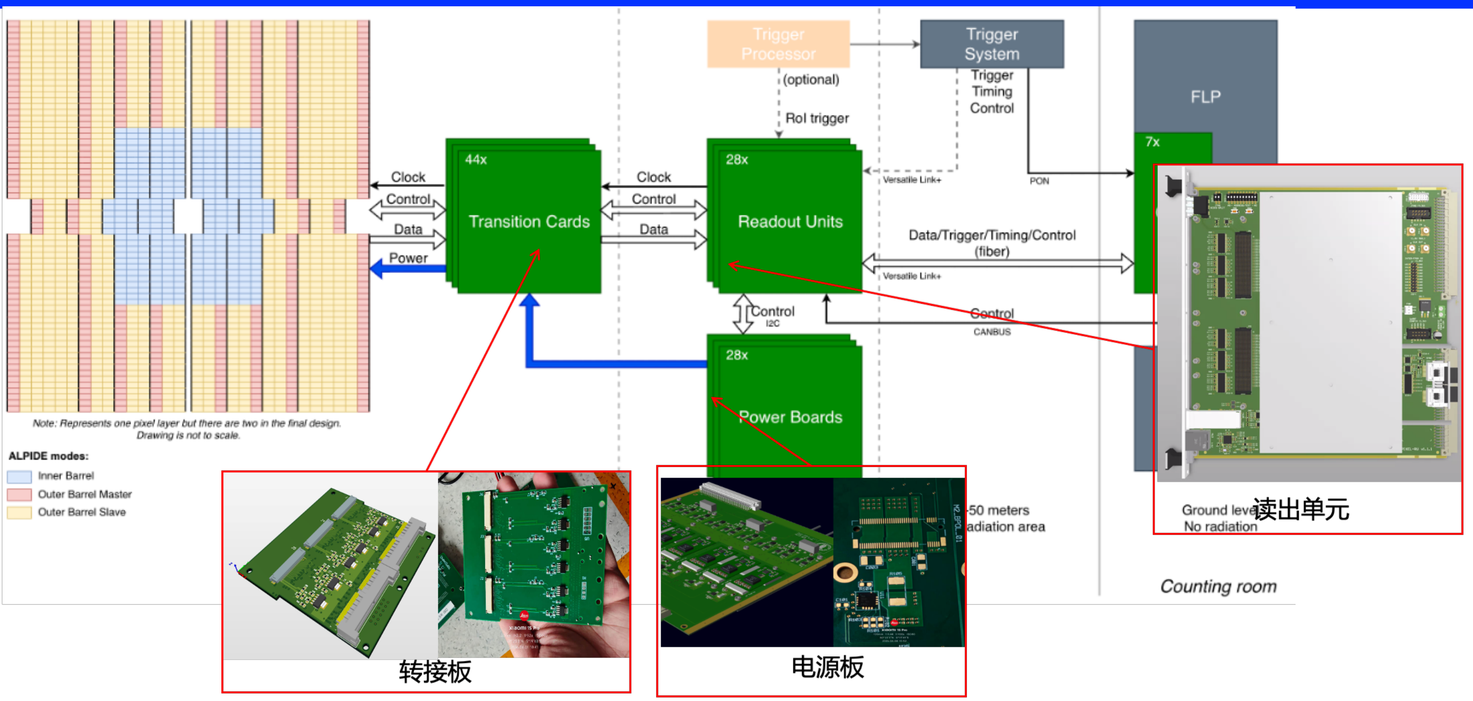
- 完成ER2中APTS 原型设计
- 与全功能原型MOSAIX和其他测试芯片共同提交流片，经应用于实际测试验证传感器性能
- 参与优化和验证全功能原型设计的数字前端读出结构

→详见仝乔木的报告

LS3硬件升级的贡献— FoCal



LS3硬件升级的贡献— FoCal



转接板

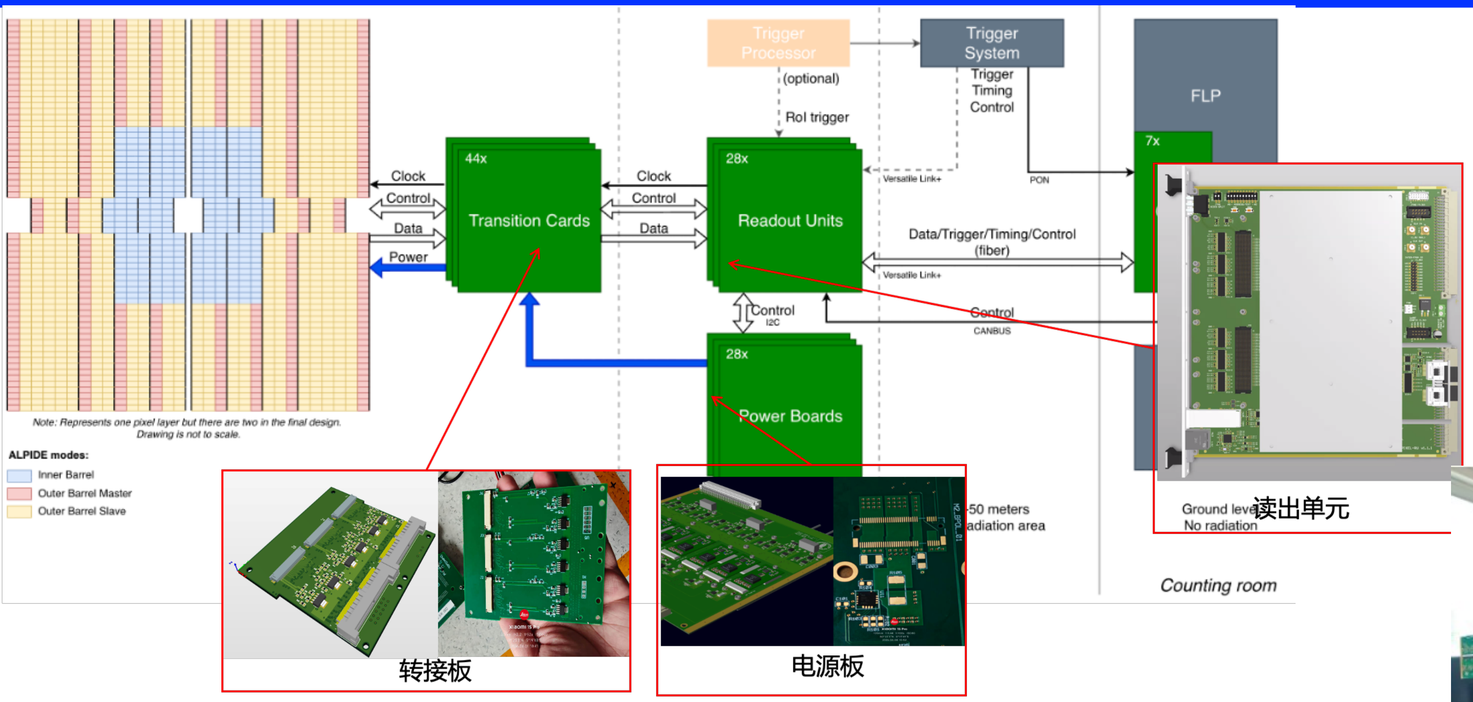
电源板

读出单元

开展了硅像素层模块硬件及读出电子学系统设计、生产、测试，为量产做准备

- ✓ 开发测试代码
- ✓ 建立质控标准

LS3硬件升级的贡献— FoCal



转接板

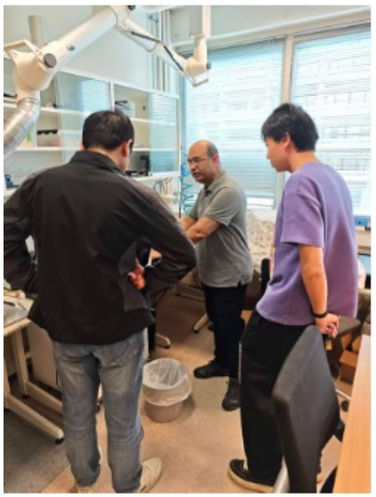
电源板

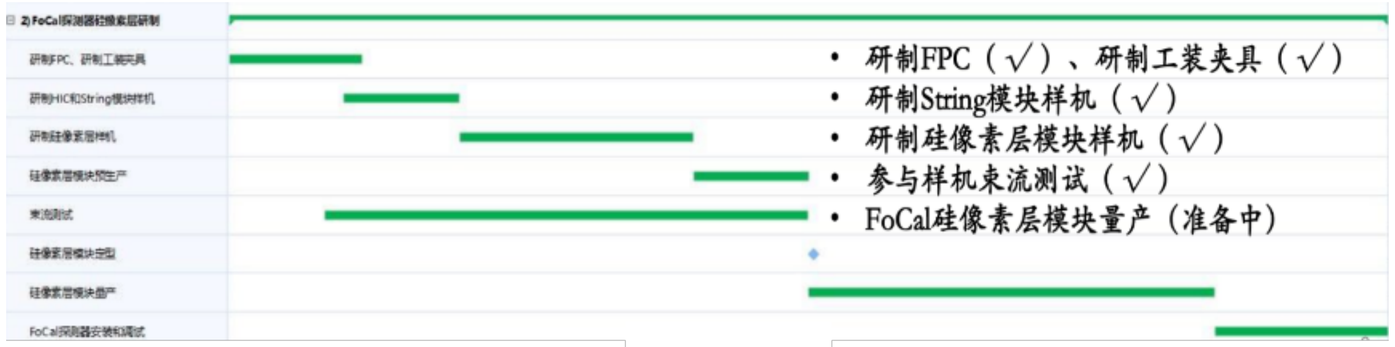
读出单元

开展了硅像素层模块硬件及读出电子学系统设计、生产、测试，为量产做准备

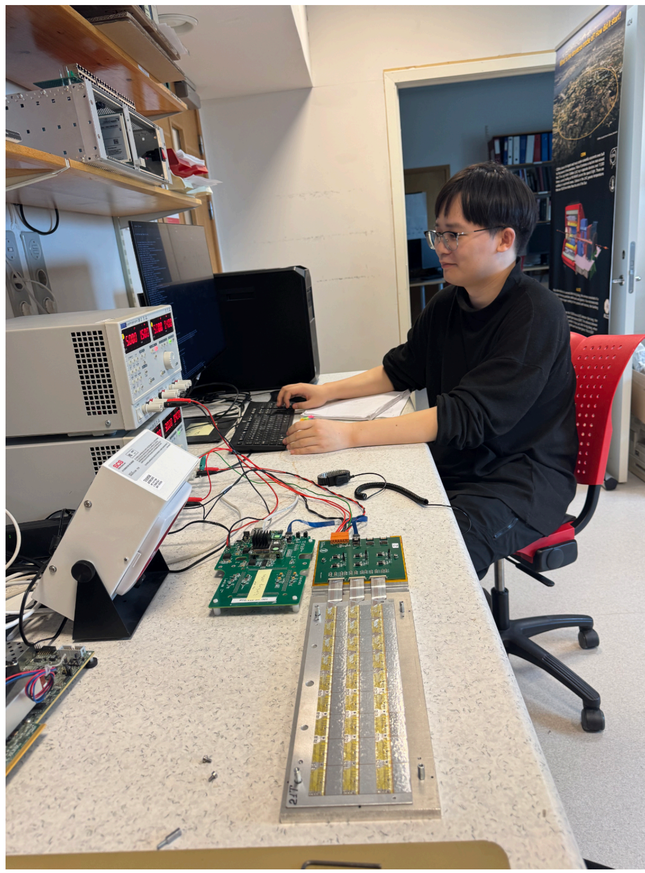
- ✓ 开发测试代码
- ✓ 建立质控标准

→详见易杰、吝守龙的报告

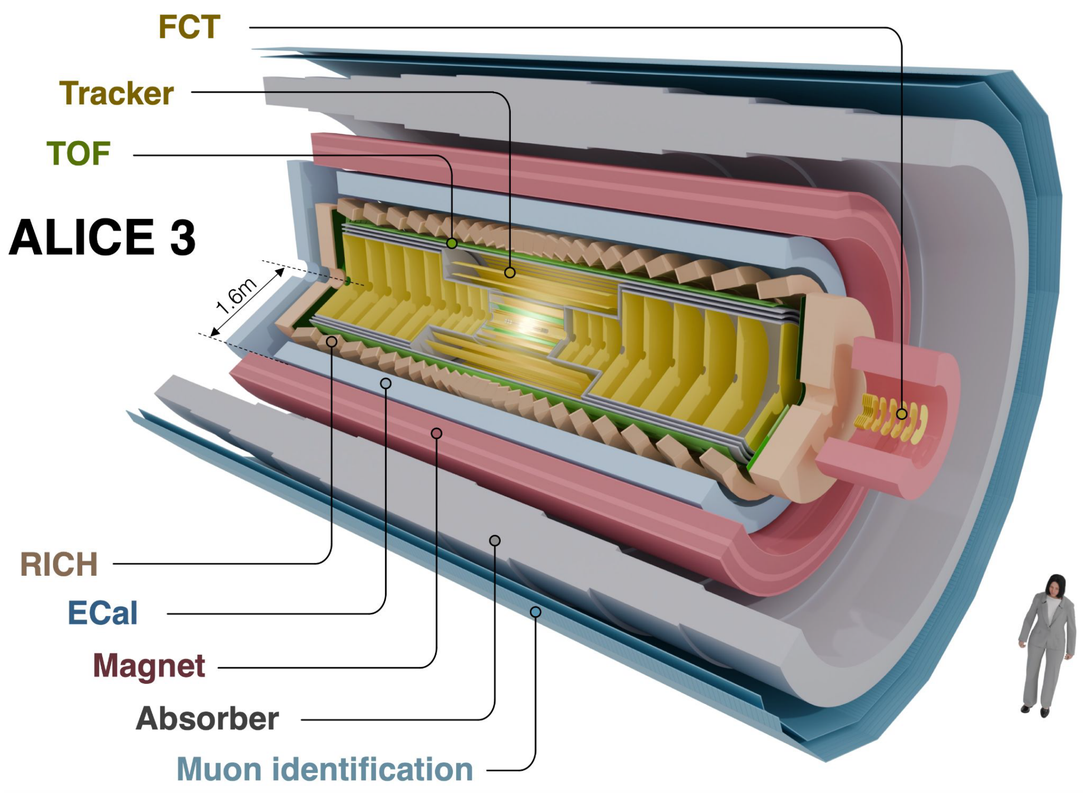




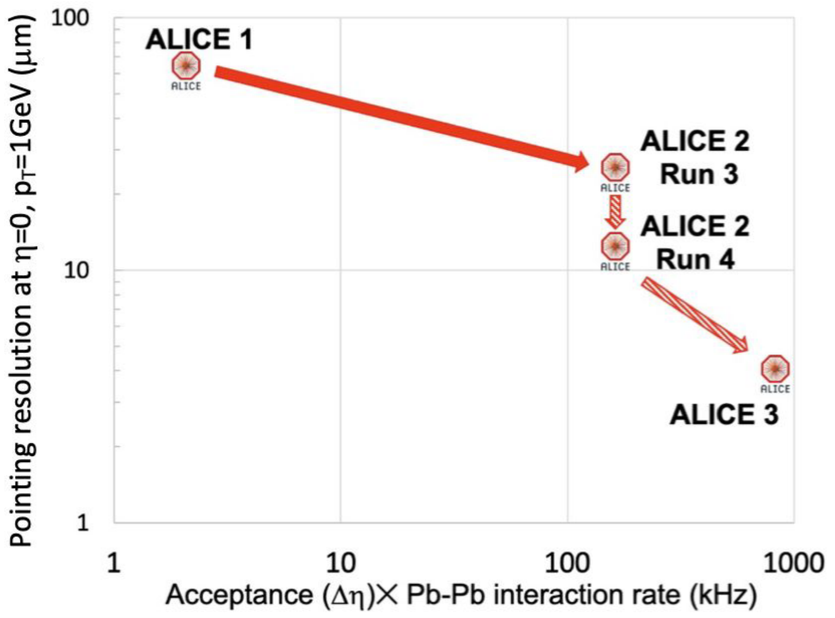
- 研制FPC（√）、研制工装夹具（√）
- 研制String模块样机（√）
- 研制硅像素层模块样机（√）
- 参与样机束流测试（√）
- FoCal硅像素层模块量产（准备中）



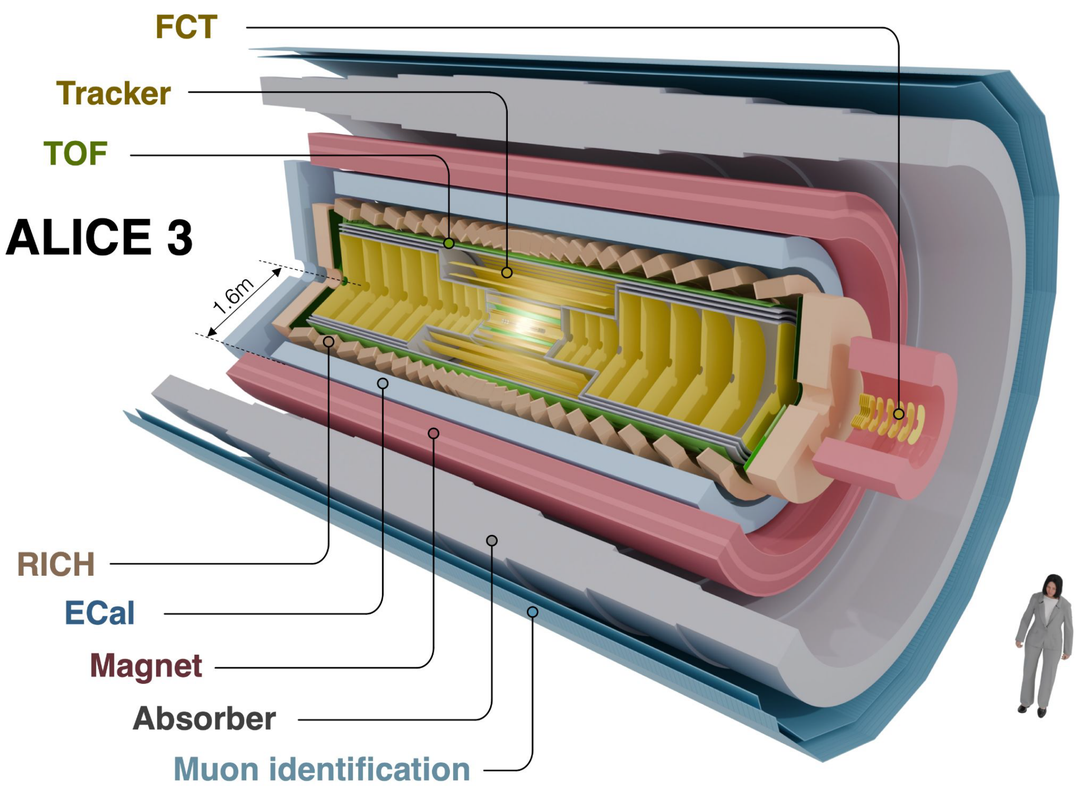
ALICE3 —下一代重离子碰撞实验装置



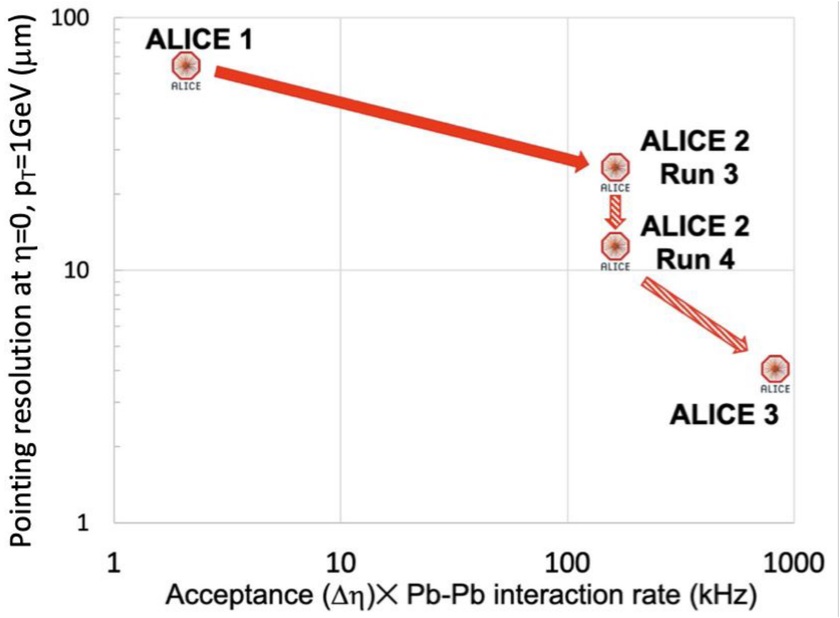
- 紧致而轻巧的全硅寻迹系统
- 可缩进的、极低物质量、接近于束流的顶点探测器
- 优异粒子鉴别系统
- 大接受度并覆盖极低的横动量区
- 连续读出和在线处理系统



ALICE3 —下一代重离子碰撞实验装置



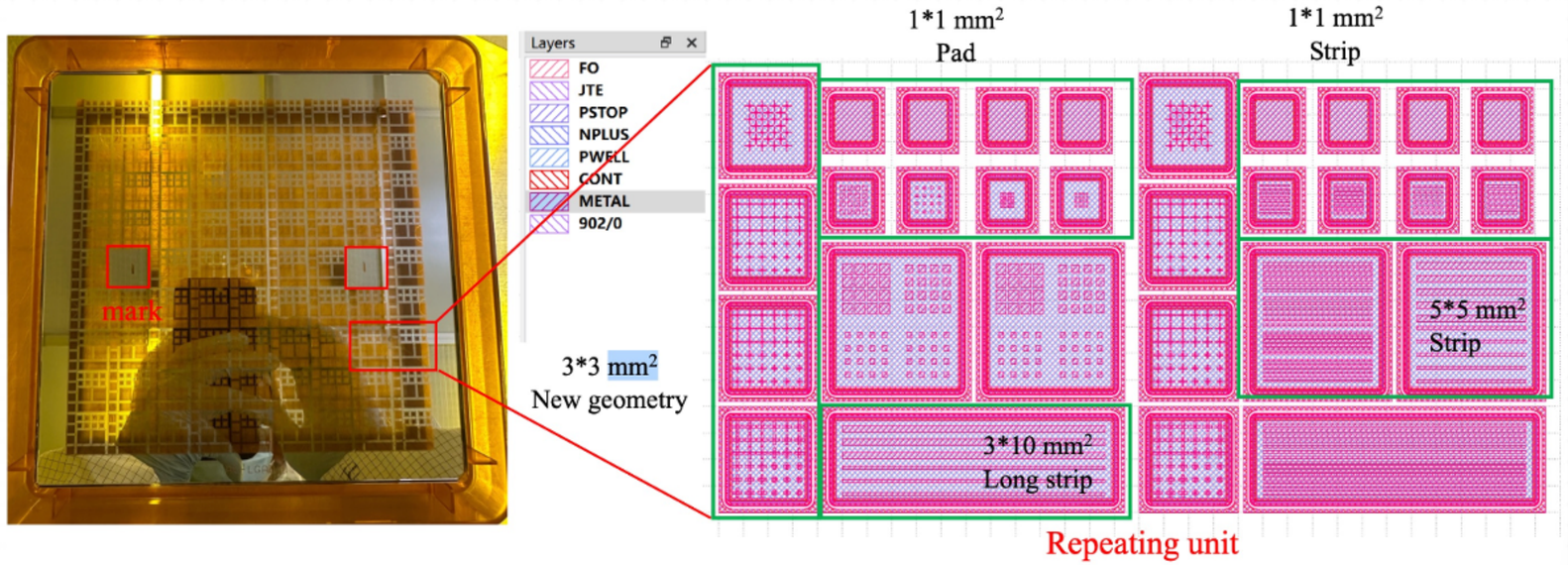
- 紧致而轻巧的全硅寻迹系统
- 可缩进的、极低物质量、接近于束流的顶点探测器
- 优异粒子鉴别系统
- 大接受度并覆盖极低的横动量区
- 连续读出和在线处理系统

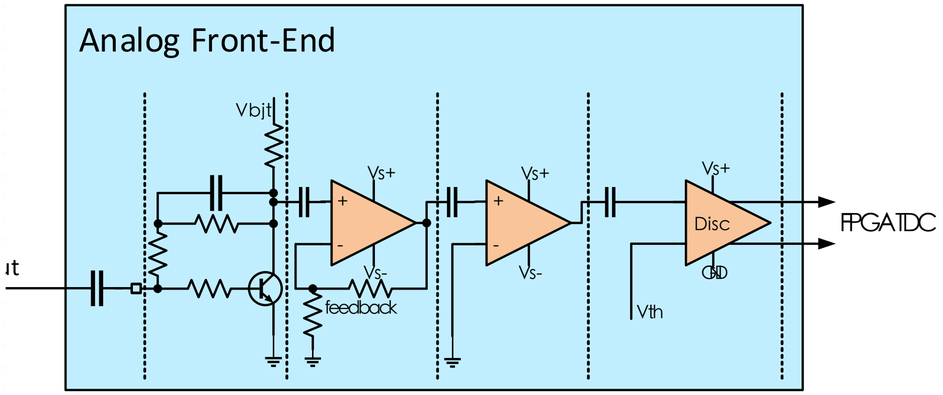


ALICE中国组拟承担的任务：

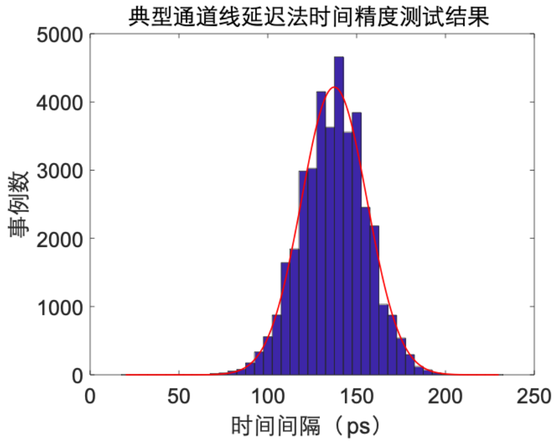
- 参与VD和ML芯片的研发-设计与表征
- 开展超高时间分辨AC-LGAD的研发
- 承担部分IT和TOF探测器模块与读出电子学系统的研制

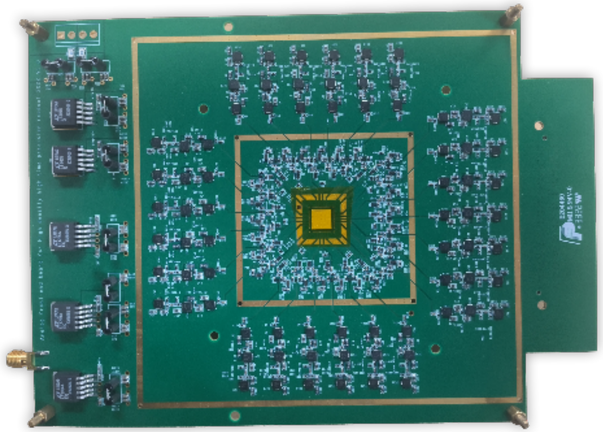
ALICE3：AC-LGAD研发



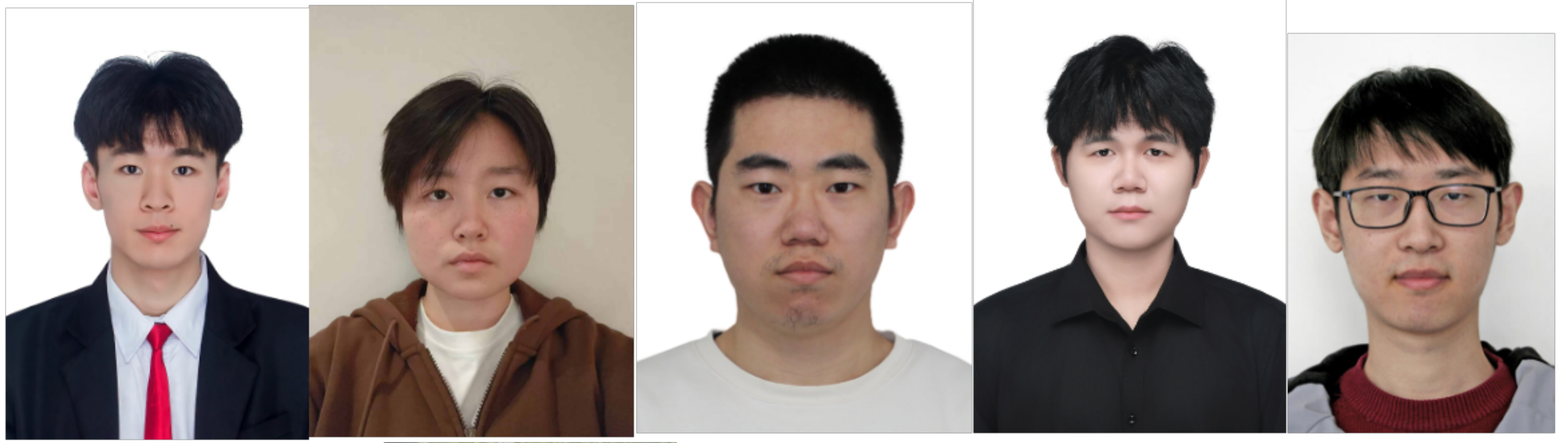


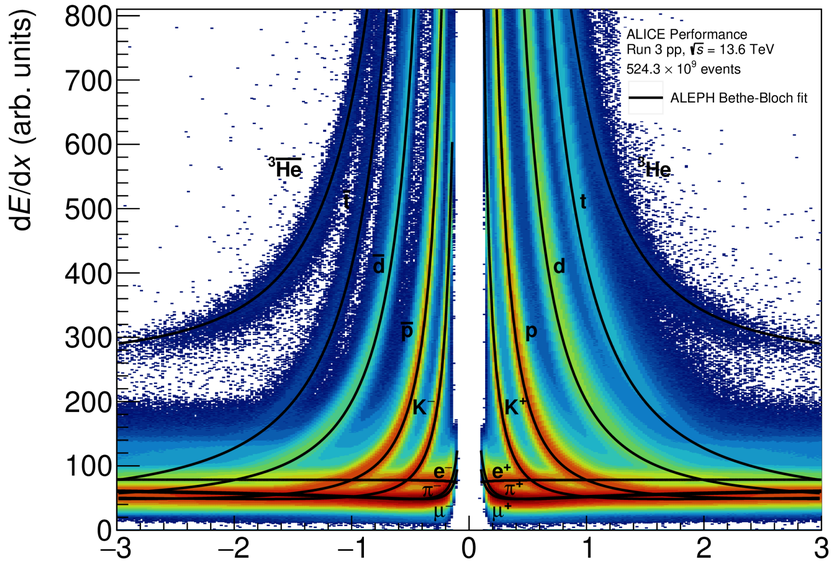
- 已成功完成两个版本的AC-LGAD传感器的研制及其性能表征测试（实验室）
- 2026.05-06，完成新版AC-LGAD两次束流测试（CERN）
- 正在进行新一版AC-LGAD传感器的设计与研制，已预约明年新一轮束流测试（DESY）

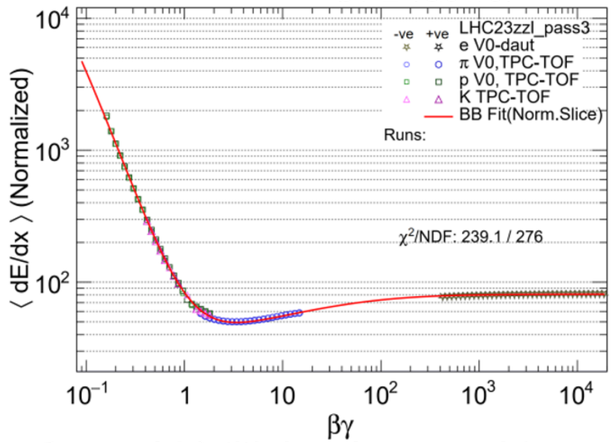




Service Work贡献

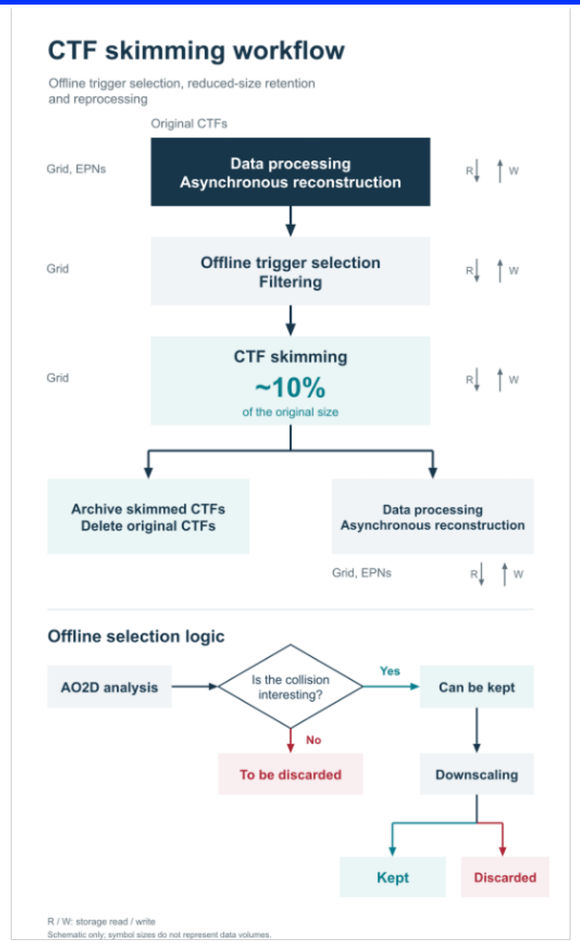


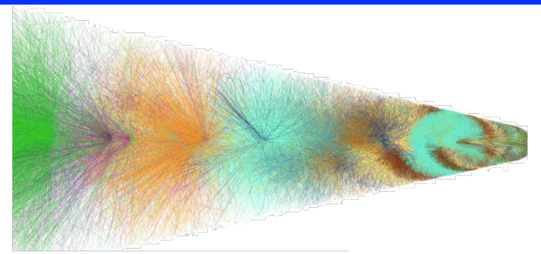


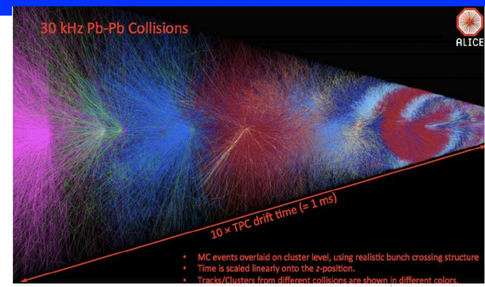


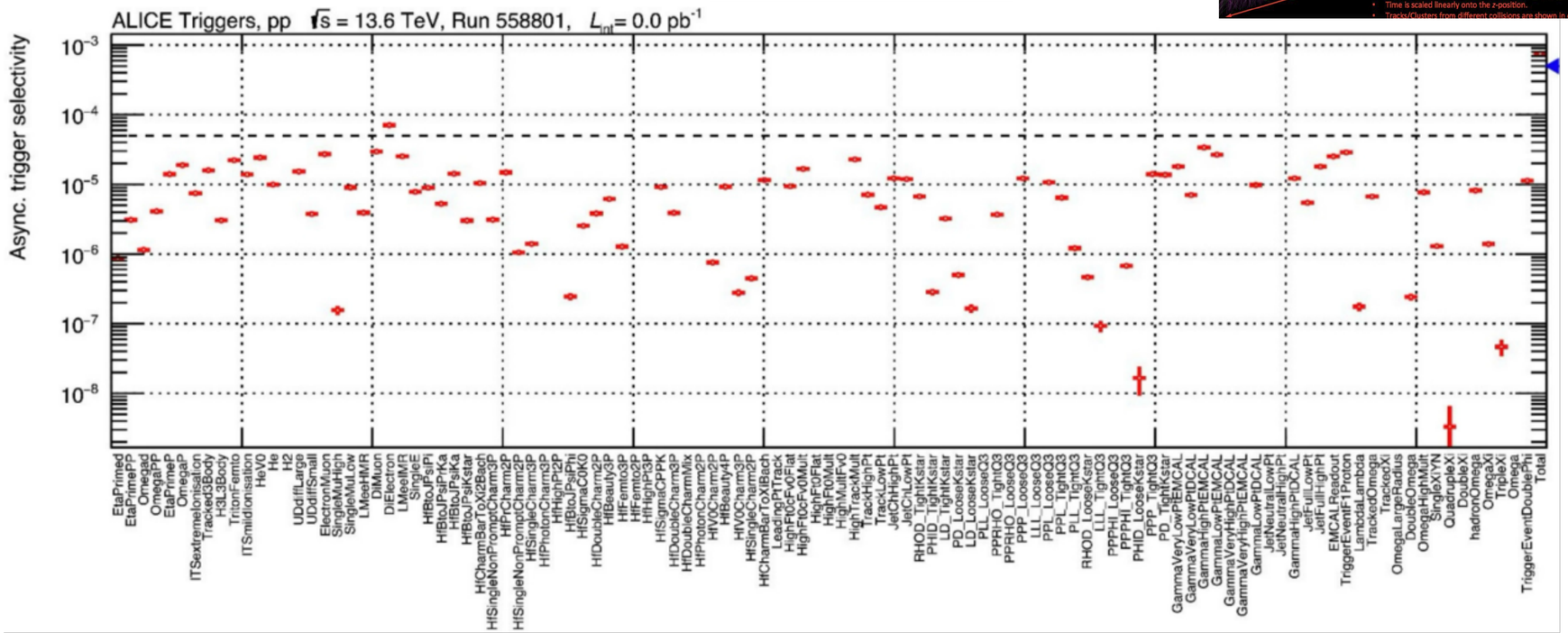
- 粒子鉴别能力是ALICE实验组将物理测量延伸至低横动量区间的关键技术支撑
- ALICE 中国组（华师大、中科大、复旦大学和原子能院）承担了整个Run 3质子–质子对撞数据中用于粒子鉴别的 TPC 比能损dE/dx刻度工作

Service Work贡献





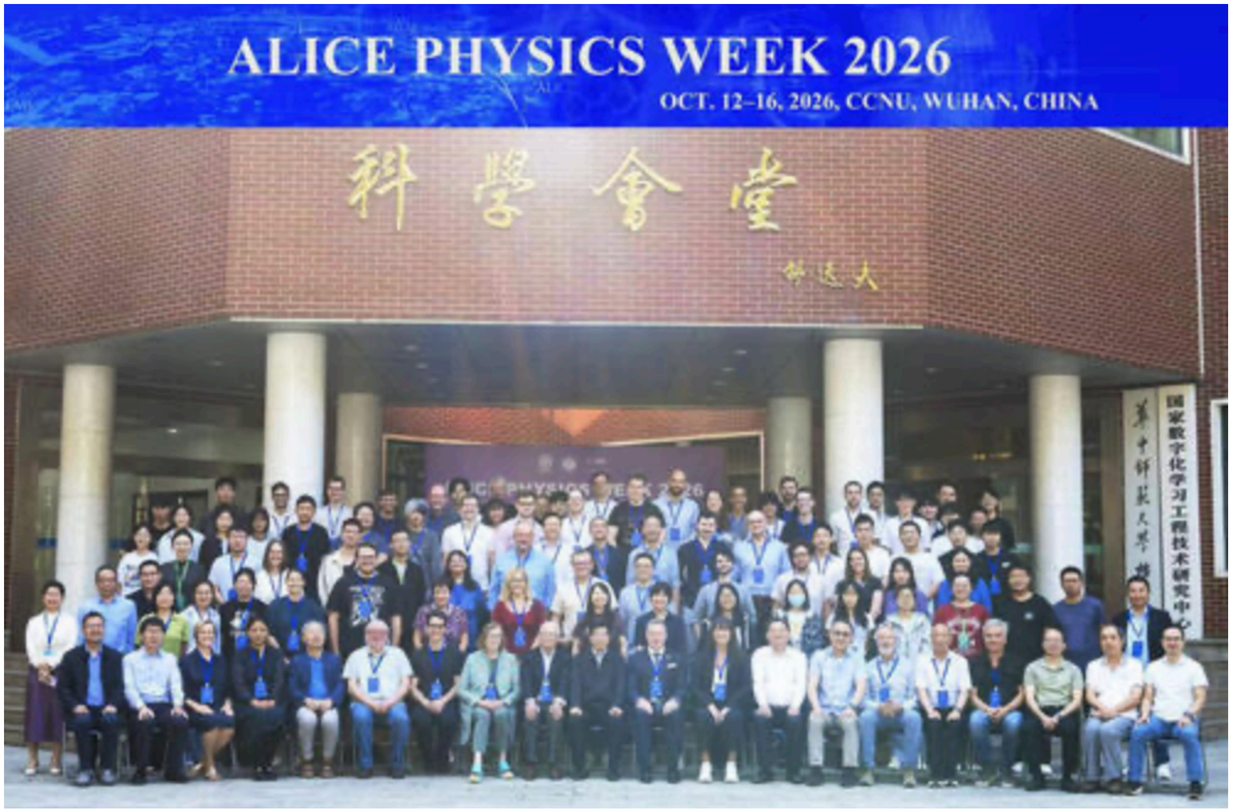




- Run 3海量的实验数据对存储空间提出极高需求，ALICE实验组采用离线筛选的流程进行数据挑选
- 中科大承担了夸克偶素工作组的离线触发筛选任务
- 华师大承担了重味和喷注物理组蒙特卡洛模拟的开发与测试，离线触发QA工具开发等任务

国际会议

- 2026年度ALICE国际合作组物理周APW会议于10月12-16日在武汉华中师范大学召开,该国际会议每年举办一次，重点讨论物理研究相关内容
- 在APW会议期间举办了“与CERN同行”系列科普活动，让学子近距离感受高能物理魅力



湖北日报客户端 打开

华师物理学院举办科普活动，学子近距离感受高能物理魅力

湖北日报
2026-10-16 20:01

听新闻

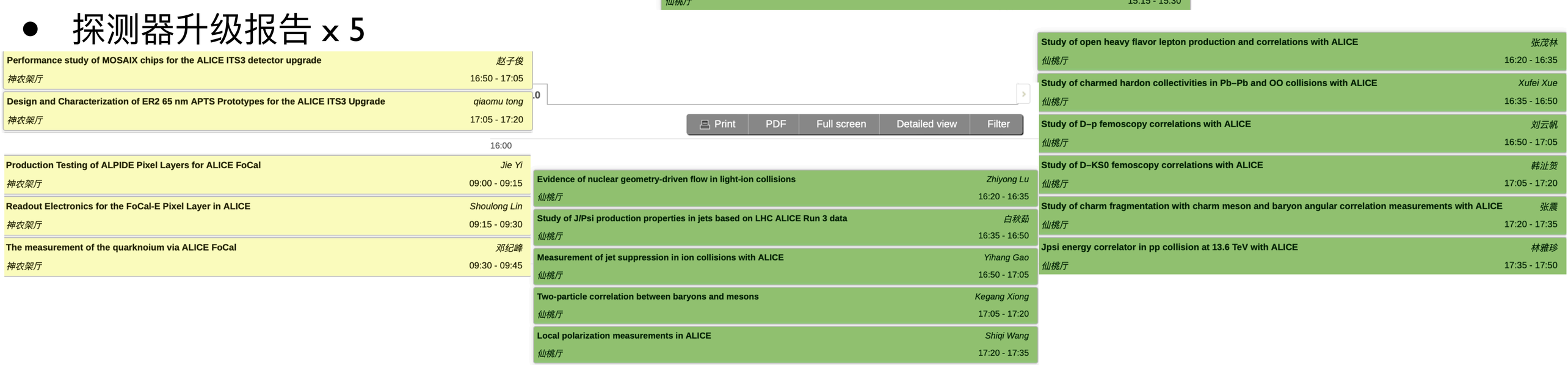
湖北日报讯（记者韩晓玲、通讯员陈思、廖梓君、刘张喆）10月13日至16日，华中师范大学物理科学与技术学院依托在校举办的欧洲核子研究中心（CERN）ALICE合作组年度专题学术会议，举办“与CERN同行”系列科普活动，把面向科研同行的国际学术资源转化为面向全校师生的育人课堂。

该科普系列活动包含前沿讲座、户外科普互动、“ALICE国际大师班”三大板块，让学子们能有与60余名国际专家面对面学习的宝贵机会。

活动现场（湖北日报通讯员陈希昌摄）

敬请关注ALICE的结果

- 大会报告 x 3
  - 彭忻烨(华中师范大学)： HF
  - Junlee Kim(复旦大学): correlation
  - 赵雷(中国科学技术大学)： upgrade
- 探测器升级报告 x 5
- 物理分会报告 x 19



总结

- ALICE中国组在合作组中的影响力明显增强
  - 3名任物理工作大组召集人(占比3/14)
  - 4名毕业博士生任物理分析组协调人
  - 承担主要子探测器TPC的刻度任务，并负责多个物理工作组MC的测试及QA相关工作
- 取得了多项项重要研究成果
  - 夸克物质的集体运动、产生的边界条件
  - 喷注碎裂过程及强子化机制
  - 末态强子-强子之间的相互作用
- 参与ALICE3升级需要更多的经费支持

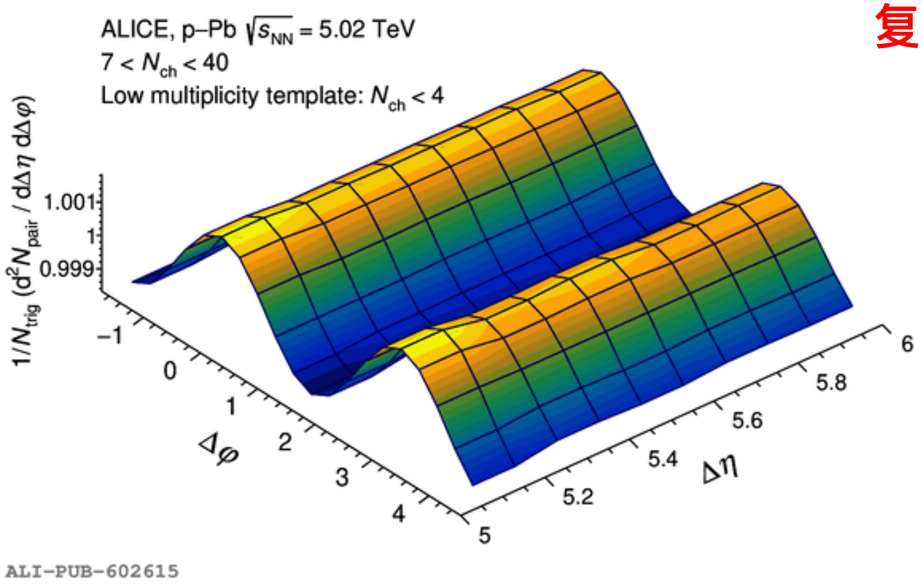
致谢

- 科技部
  - 国家重点研发计划“大科学装置前沿研究”
- 国家自然科学基金委
  - NSFC-CERN国际合作项目
  - 基础科学中心项目
  - 积极争取竞争性项目：青年、面上、重点、人才项目
- 教育部
  - 通过各高校支持的学科（启动）建设经费
- 中国科学院
  - 成员单位和其它渠道的人才项目

感谢各位专家的大力支持！

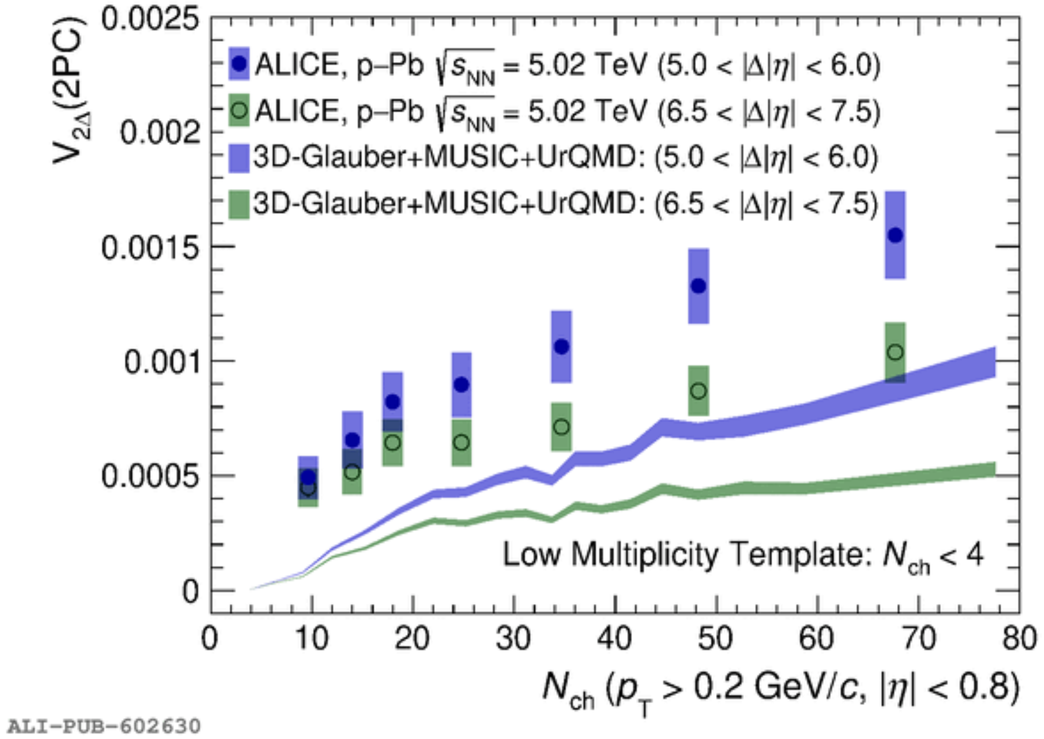
Backup

亮点成果2: 小碰撞中的超长程方位角关联

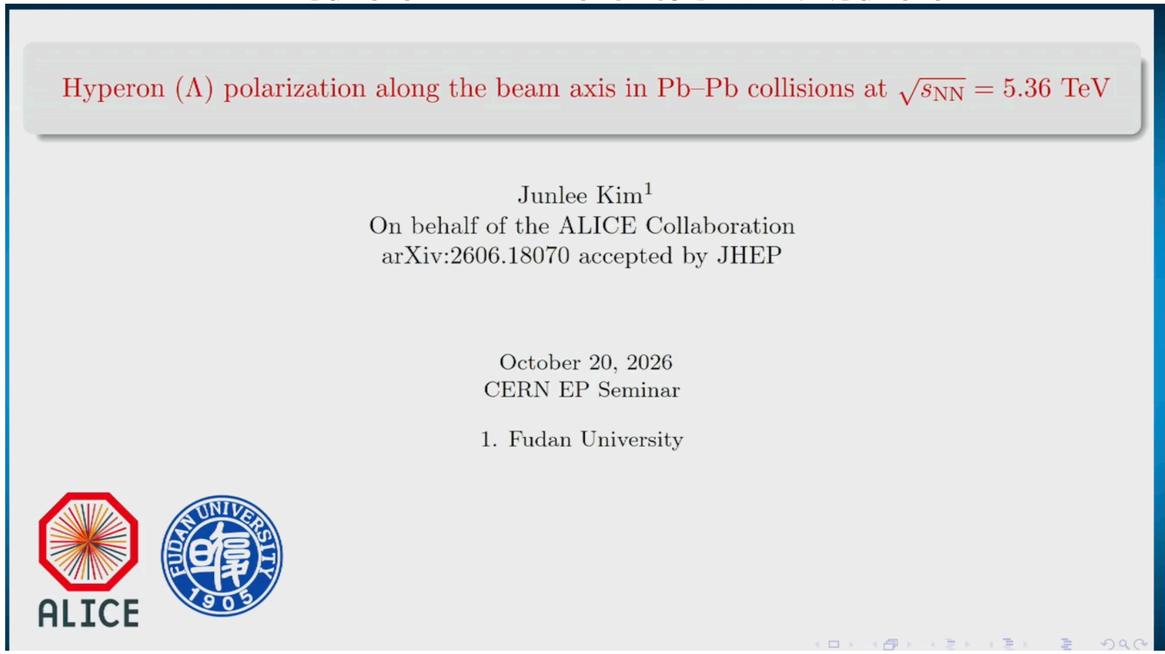
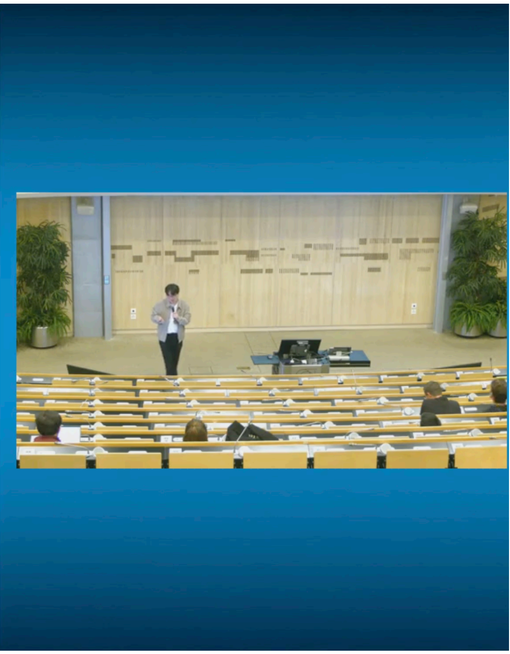


复旦大学，吴文雅等

arXiv:2504.02359, submitted to PRL



- 首次在小系统中发现超长程（|Δη|达5.0-7.5）双粒子方位角关联的证据
- 实验数据在低多重数区间与流体动力学计算结果存在显著差异，这为任何试图解释小系统集体现象的模型提供了强有力的约束

国际会议报告

- ALICE中国组2026年度给了1个CERN Seminar报告 + 21 个国际会议报告
- 附相关照片