



# ALICE中国组2023年进展

张松(复旦大学)  
代表ALICE中国组

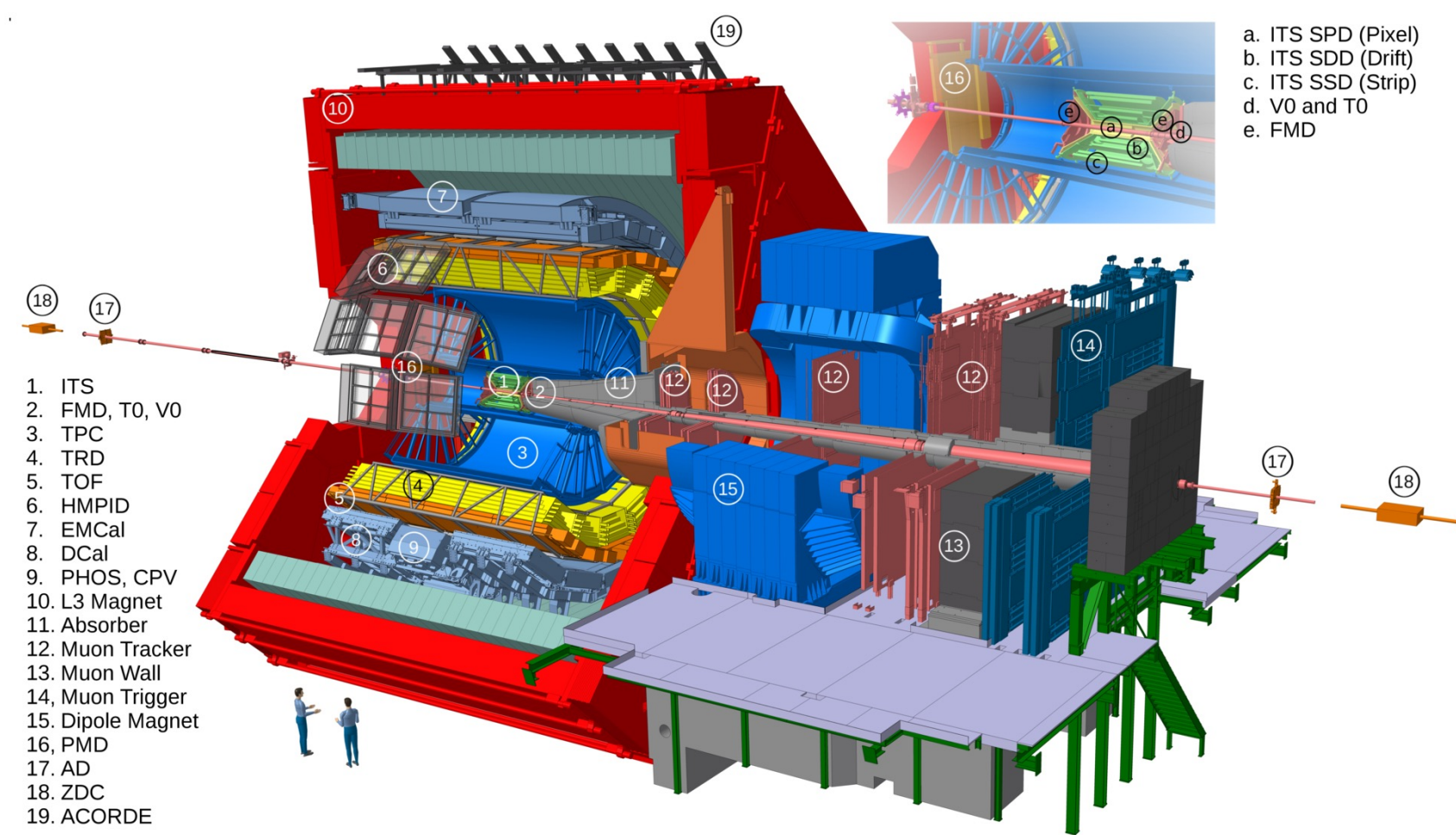
CLHCP2023, 中国物理学会高能物理分会  
上海交通大学, 2023.11.16-20

# 提纲

- **ALICE实验及中国组介绍**
- **过去一年物理成果**
- **Run3采数进程 & ALICE3计划**
- **总结与展望**

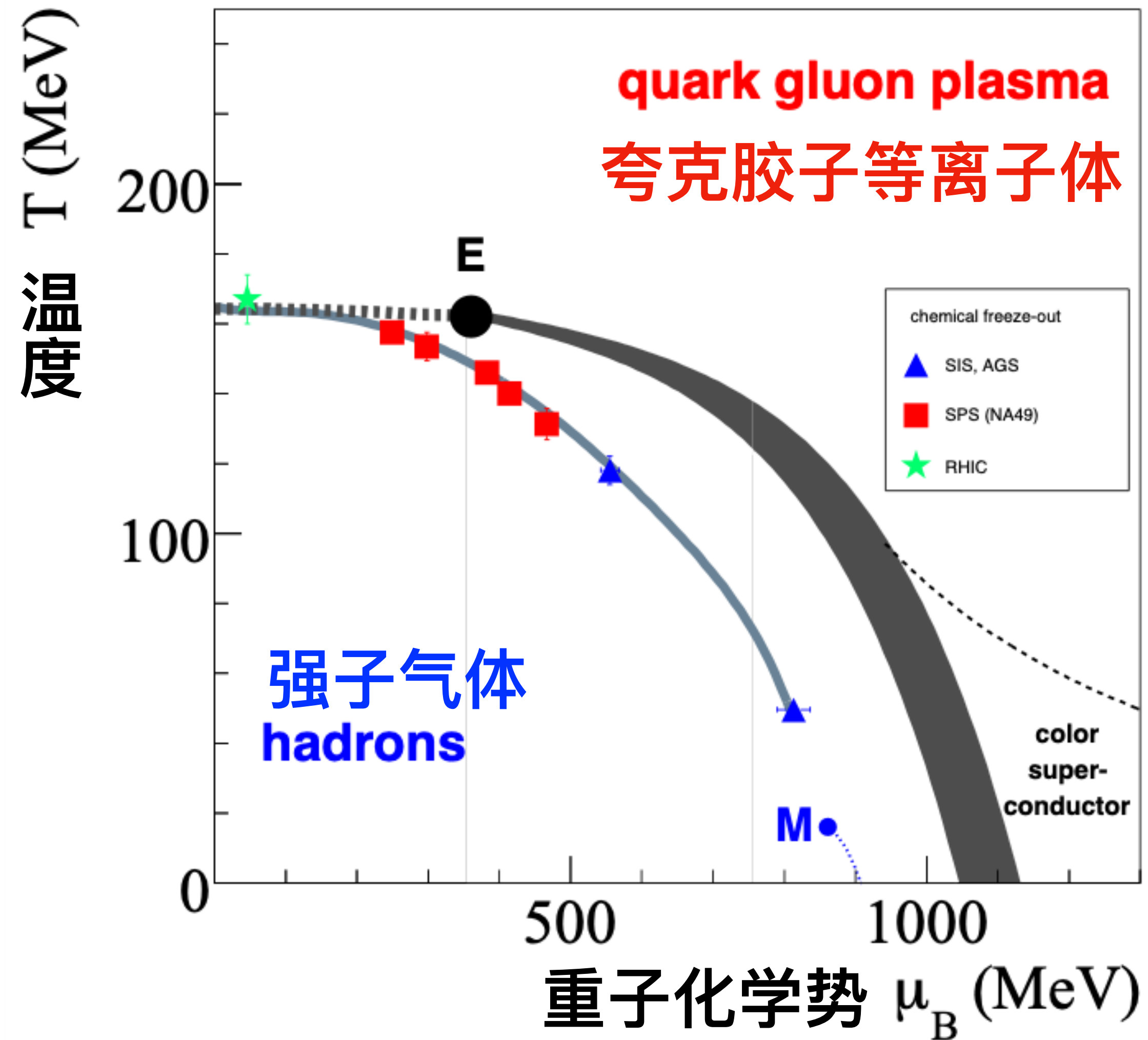


# ALICE实验简介





# ALICE主要科学目标

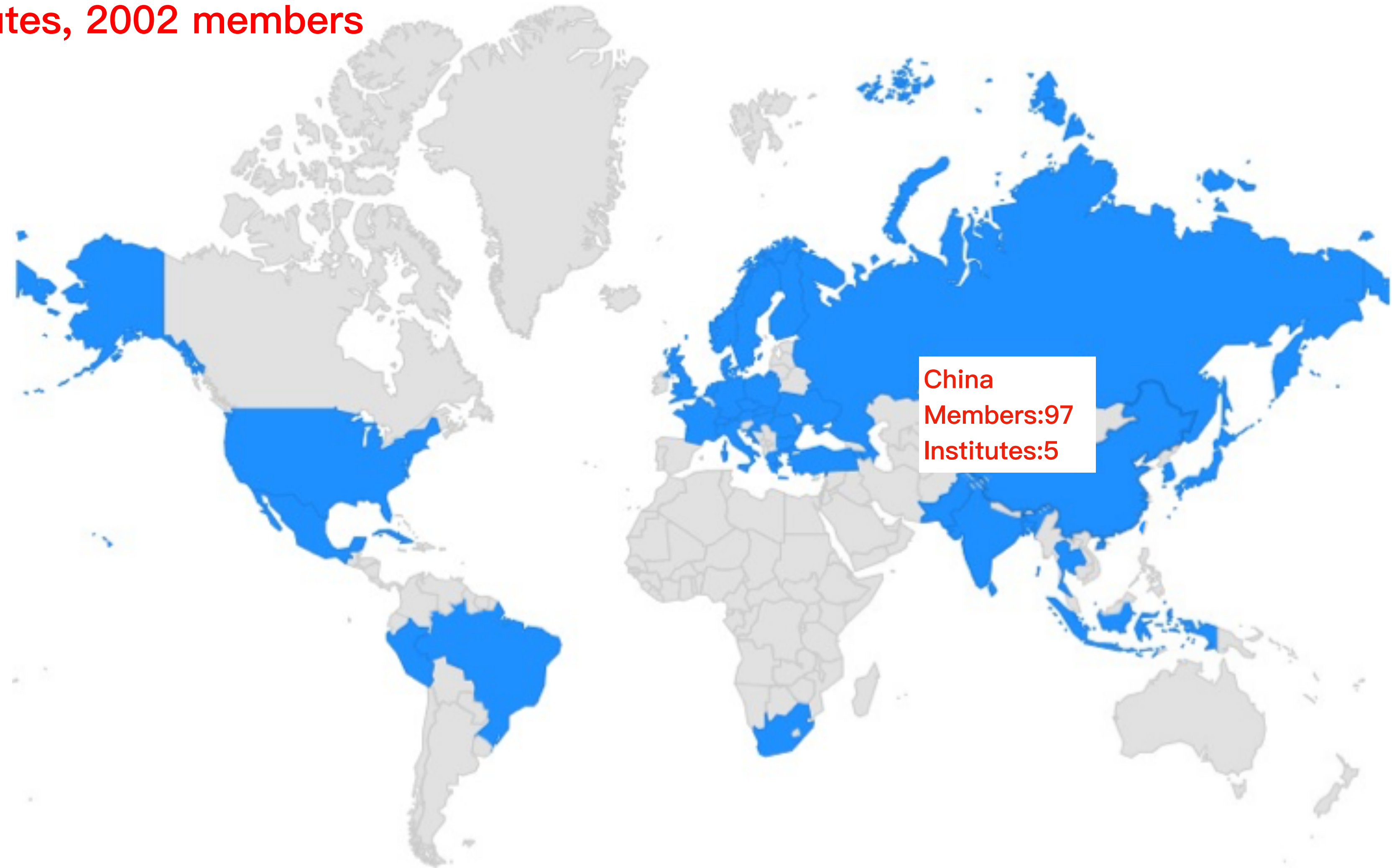


- 量子色动力学：渐近自由，色禁闭
- 超高能核-核碰撞：高温-致密条件
- 夸克胶子等离子体(QGP)
  - ✓ 夸克自由度
  - ✓ 强相互作用系统
- 目标
  - ✓ (微扰、非微扰) -量子色动力学
  - ✓ 宇宙演化早期特性



# ALICE国际合作组

40 countries, 170 institutes, 2002 members





# ALICE中国组

- 中国共5家单位参加ALICE实验

**National Contact: 殷中宝**

❖ 华中师范大学      张晓明

❖ 复旦大学      马余刚

❖ 中国地质大学      彭忻烨

❖ 中国原子能研究院      李笑梅

❖ 中国科学技术大学      唐泽波

- 参加人数为97，占比**4.8%**

- MO&A人数14人，占比**2.9%**

博士后严重短缺，经费(人头费)和“可期望的人才项目”

- 过去一年合作组内任职

✓物理工作组召集人：毛亚显

✓物理分析组协调人：白晓志、彭忻烨、寿齐烨

✓发言人提名委员会：唐泽波

✓博士论文奖委员会：毛亚显



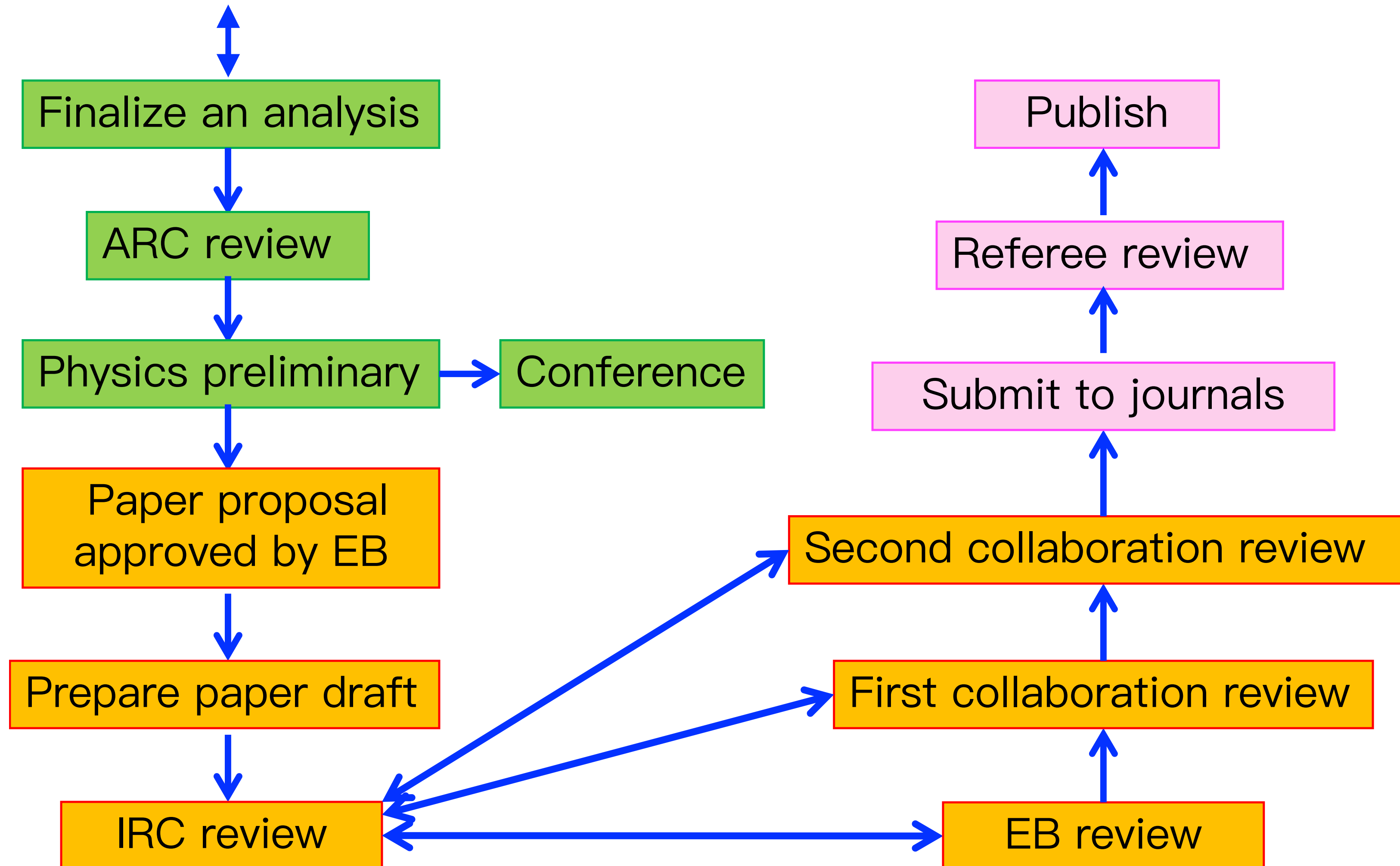
# 过去一年文章发表、审阅和学术报告情况

- 2022/12-2023/11, ALICE共发表文章56篇
- 中国组主导发表**10篇论文**, **占比17.9%** ( **人数占比4.8%**, **MO&A占比2.9%**)
- 中国组在投稿论文9篇
- 中国组审阅 (IR) 文章9篇
- 参加“IS2023”、“QM2023”等系列国际会议, 学术告约20个



# ALICE文章发表流程

Institute(Team) analysis & PAG Reports



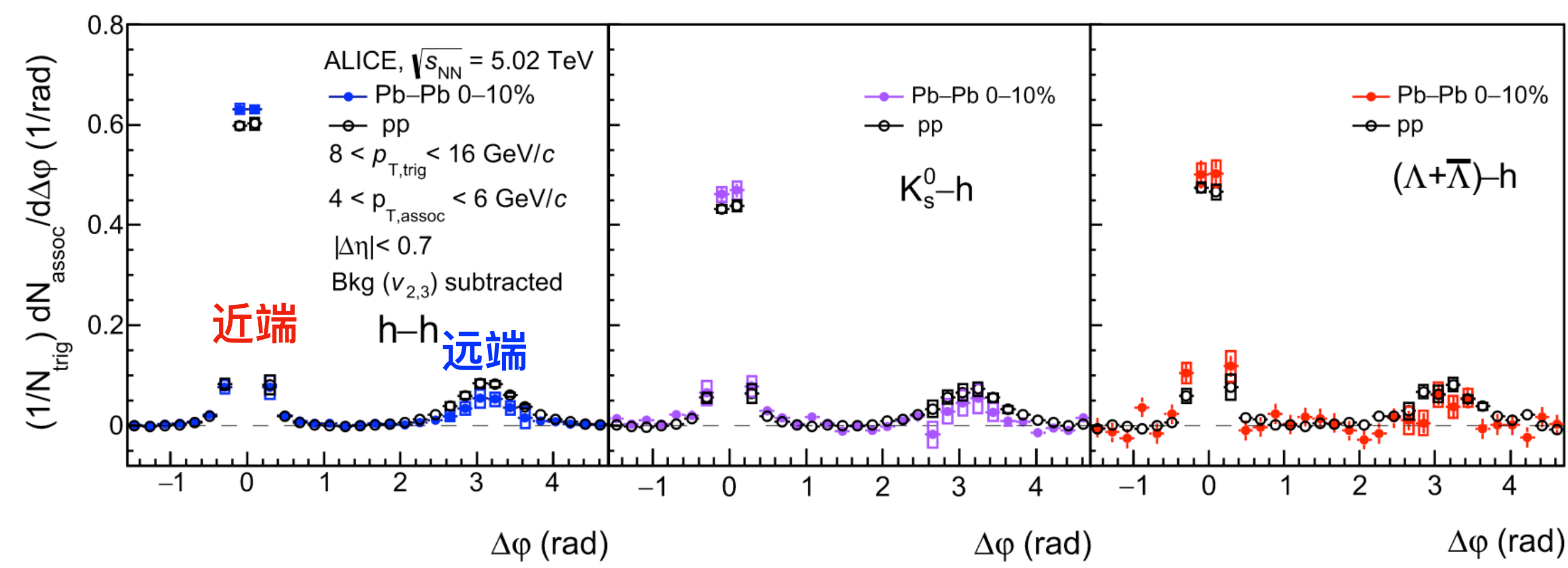


# 过去一年物理成果

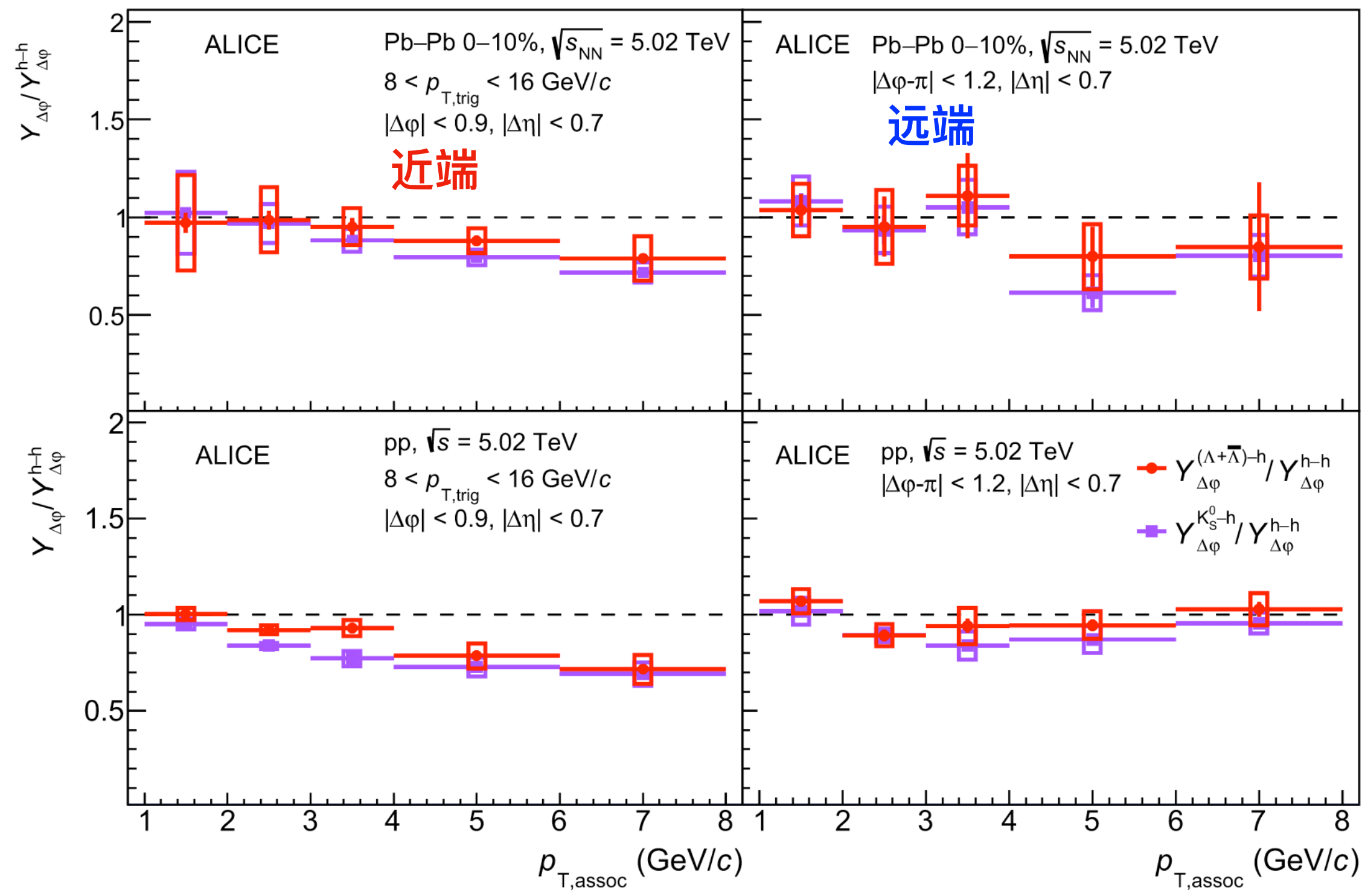
- 夸克胶子等离子体(输运)特性、初态强场研究
  - ✓硬、软探针物理
  - ✓集体运动与关联
- 强相互作用特性：微扰、非微扰QCD
  - ✓重味物理
  - ✓奇特物质产生
  - ✓相互作用测量

# 类喷注关联测量

ALICE, Eur. Phys. J. C (2023) 83:497



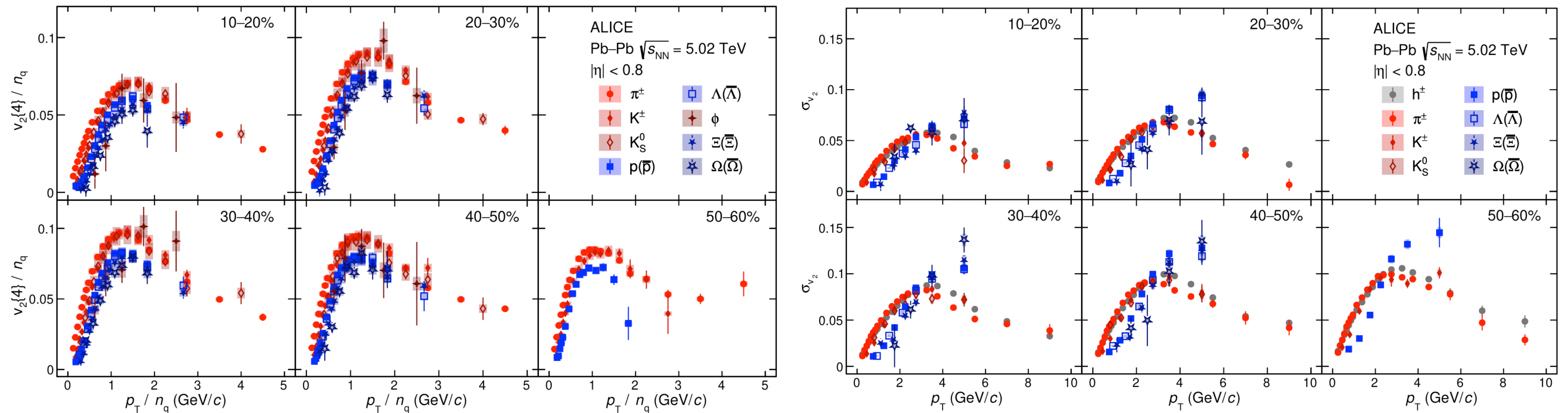
- 近端触发粒子种类依赖性，远端依赖性消失
- 精确的微分、粒子种类依赖性测量，期望在Run3或Run4中开展





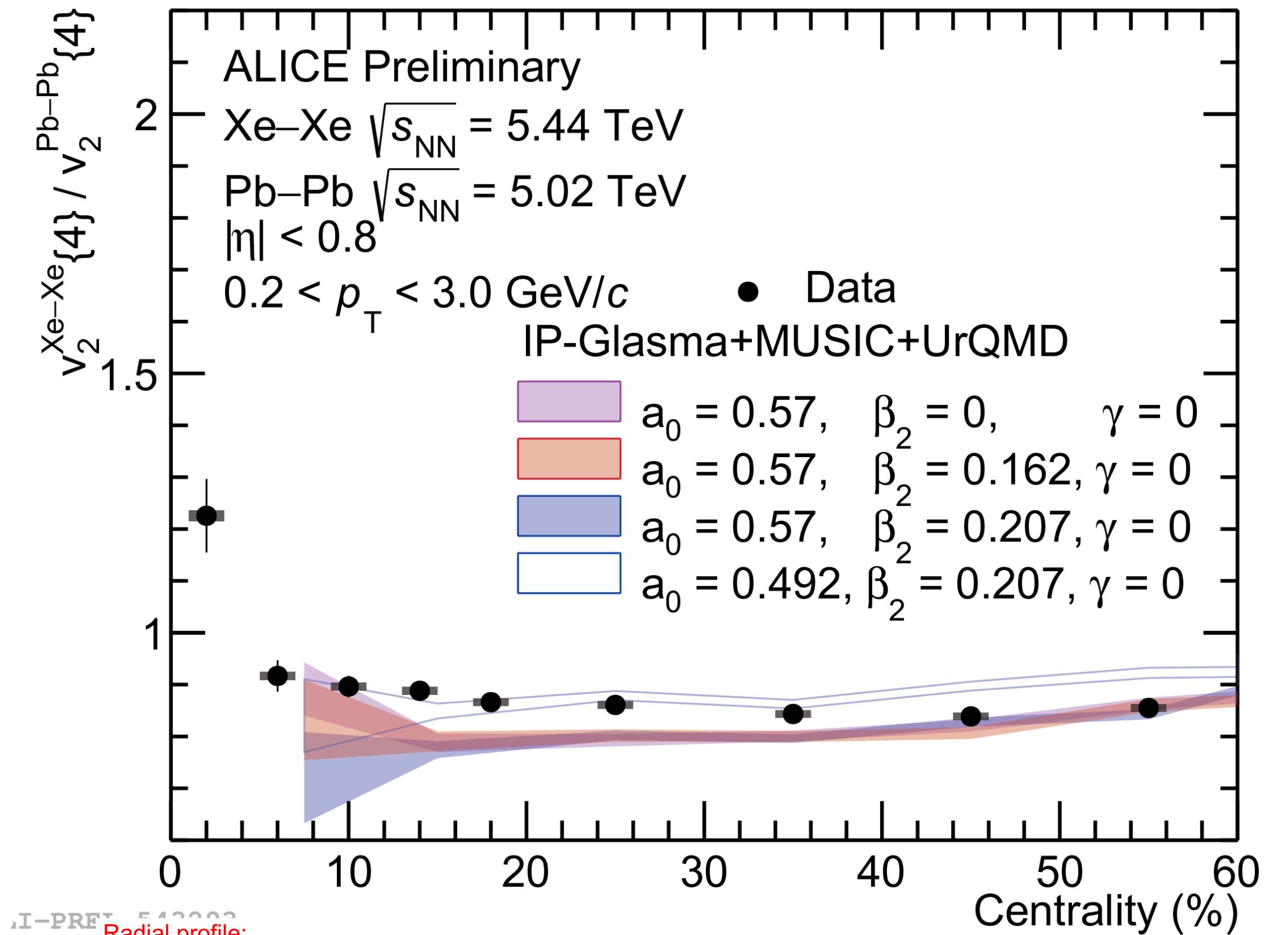
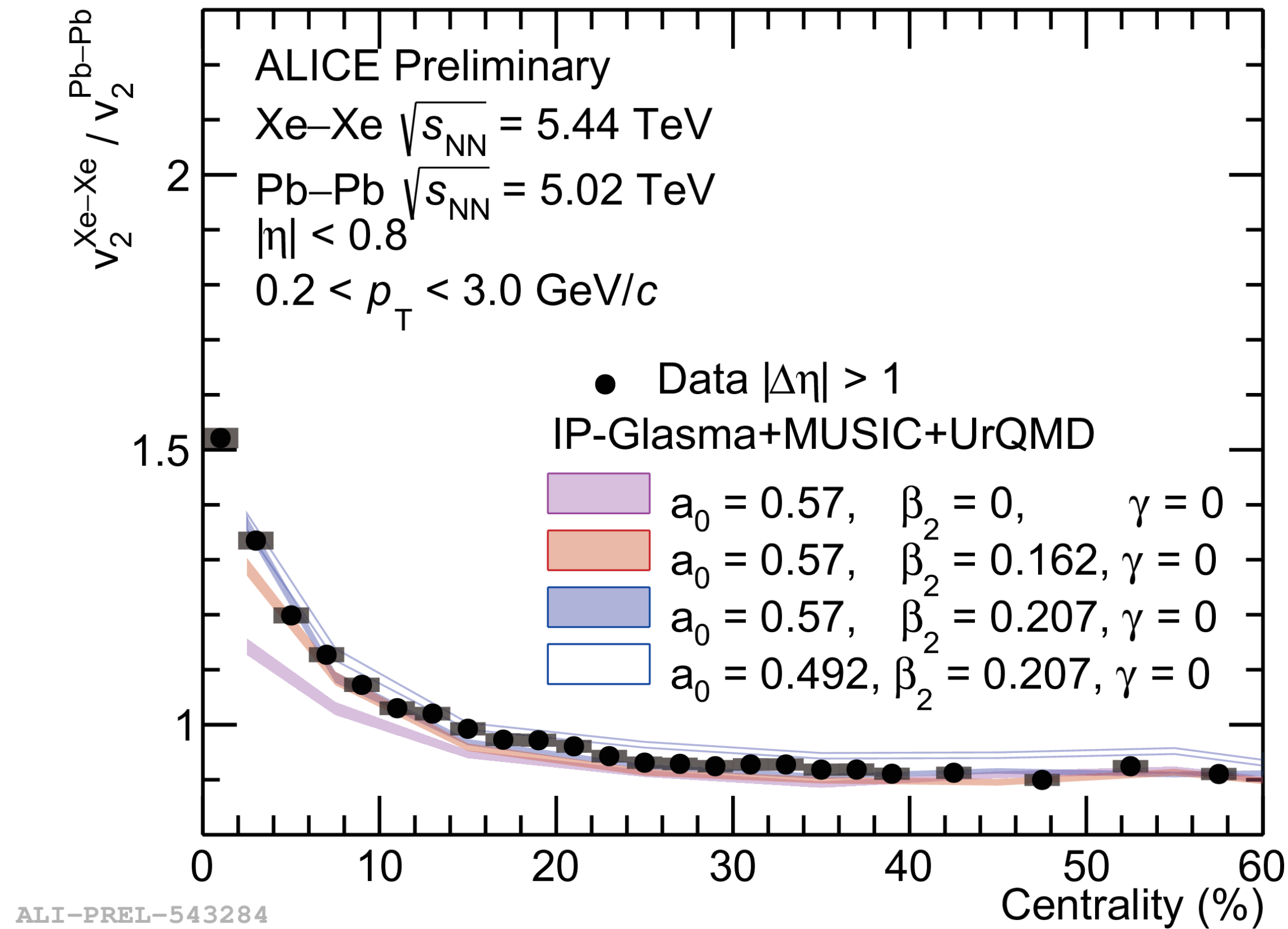
# 轻味与奇异强子各向异性流及其涨落测量

ALICE, JHEP 2305 (2023) 243

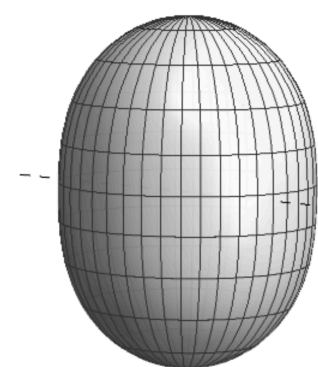


- 系统测量轻味与奇异强子各向异性流
- 支持低横动量质量排序和中高横动量的组分夸克标度律

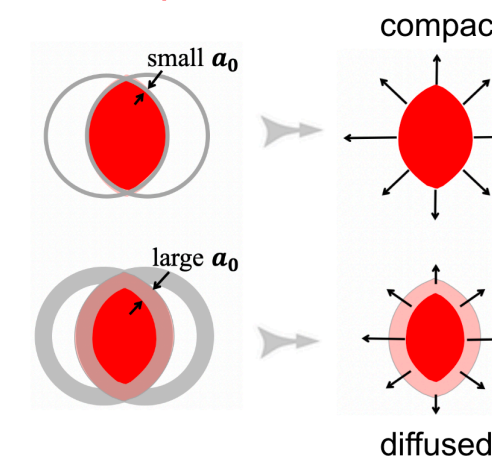
# 利用相对论重离子碰撞对核结构探测



$$1 + \beta_2 Y_{2,0}(\theta, \phi)$$



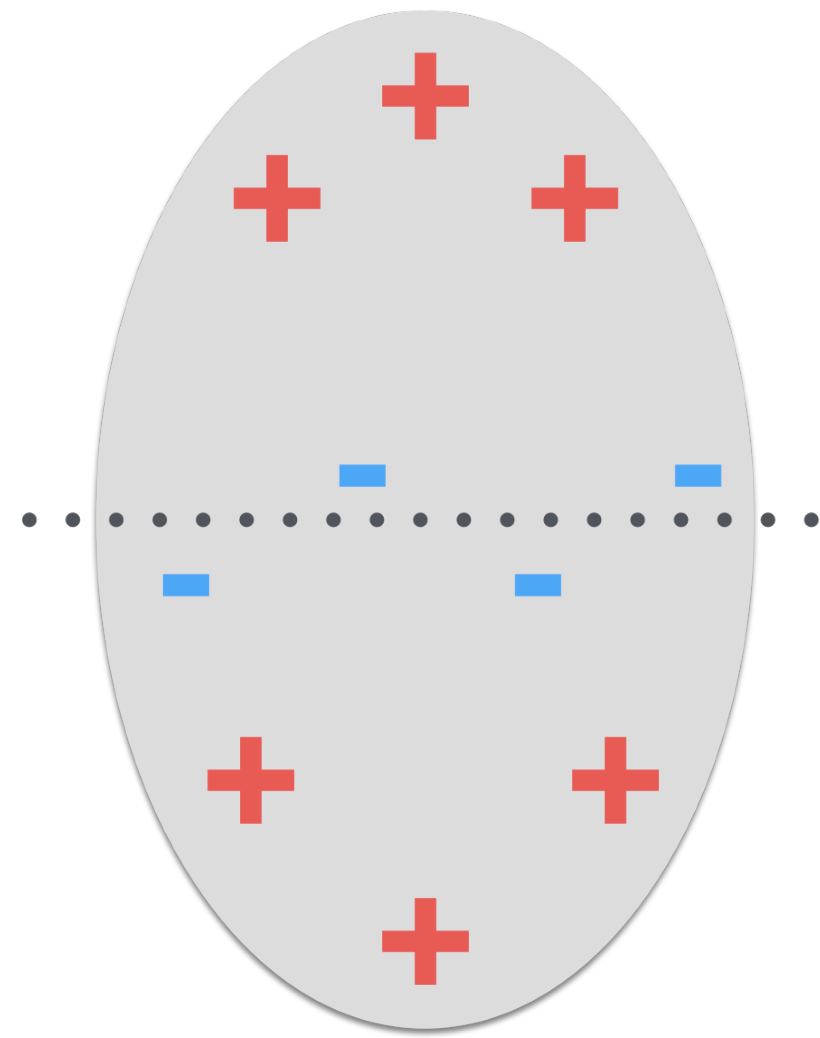
Radial profile:



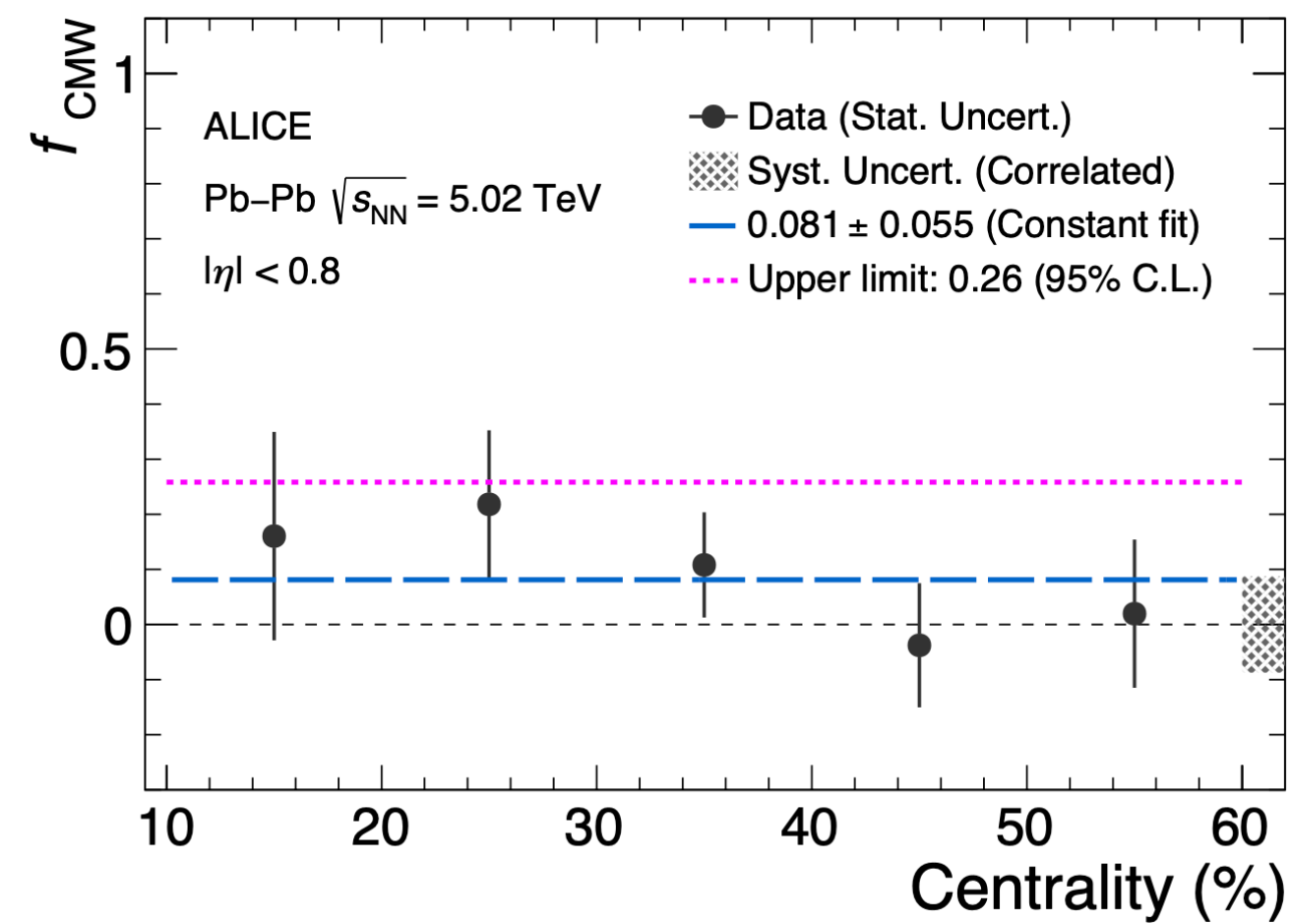


# 手征磁波测量

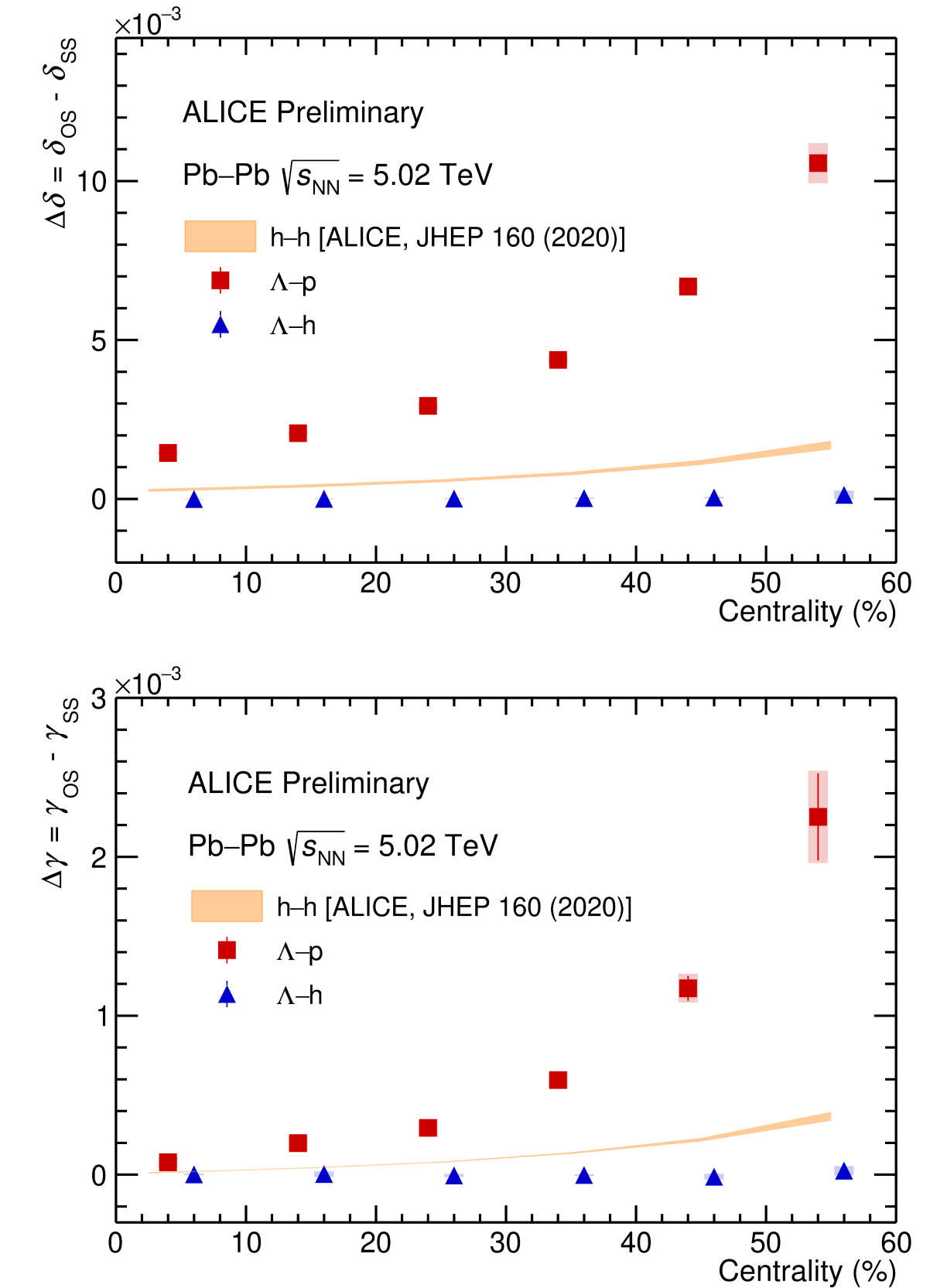
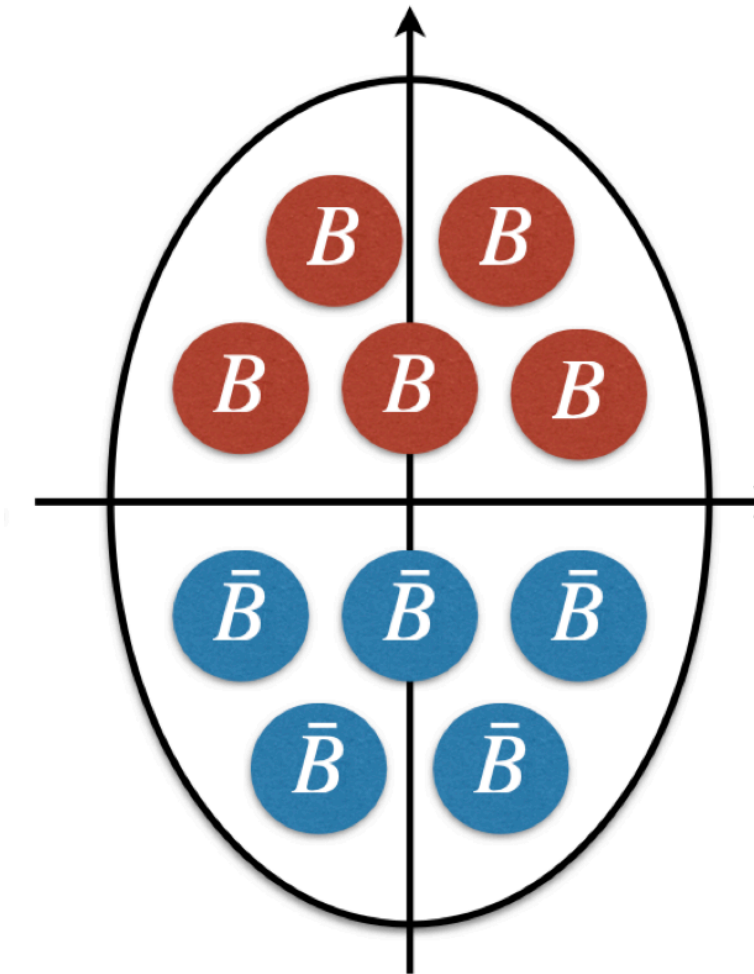
## 手征磁波



投稿JHEP, arXiv:2308.16123



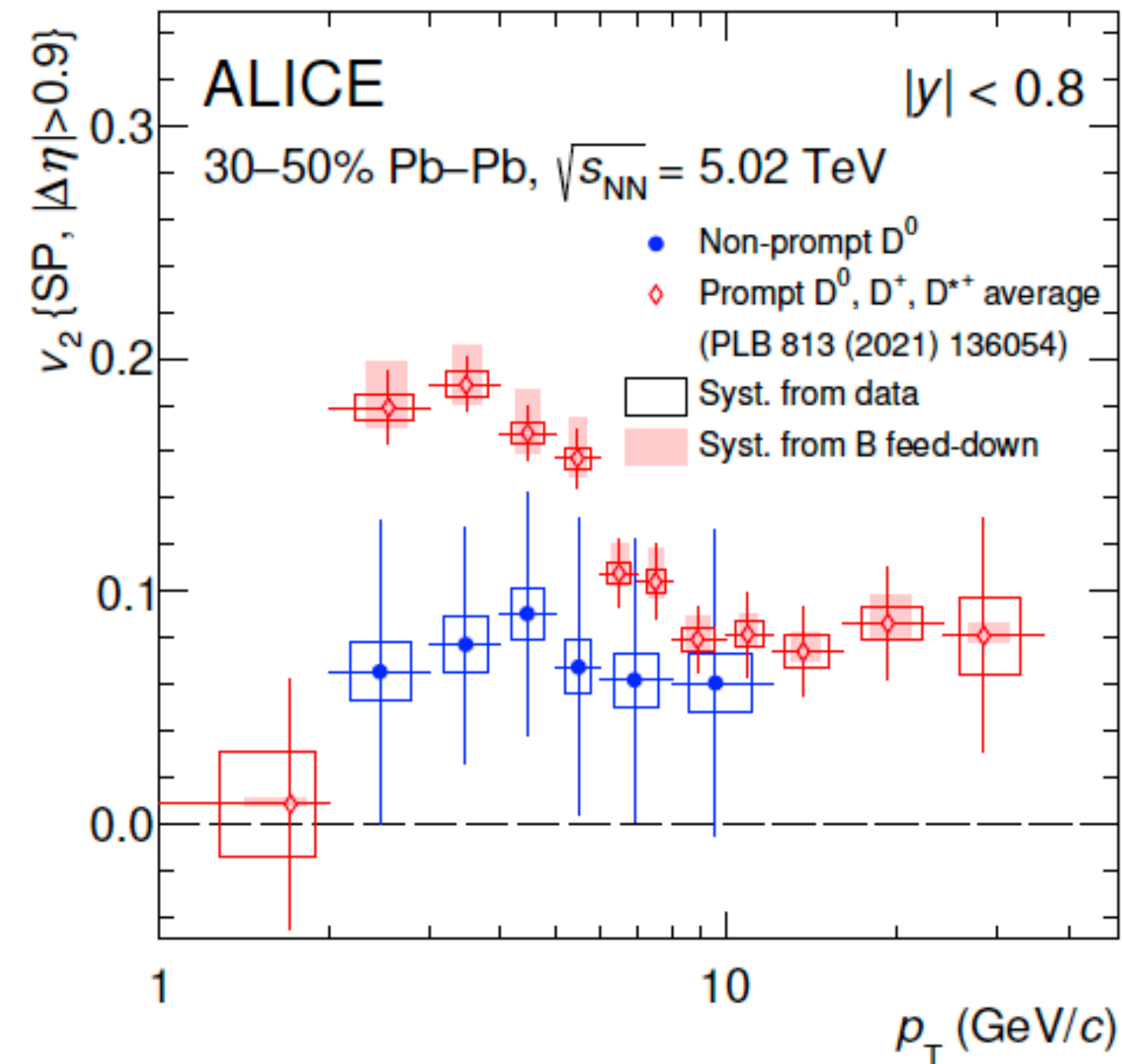
## 手征涡旋效应



- 手征磁波测量完成, 投稿到JHEP: arXiv:2308.16123
- 手征涡旋效应测量, 初步测量结果, 在QM2023会议进行报告
- 小碰撞系统集体流测量 (p-p,p+Pb) 初步结果, 在IS2023会议进行报告

# 重夸克能量损失和输运特性的质量依赖性

ALICE, arXiv:2308.04877



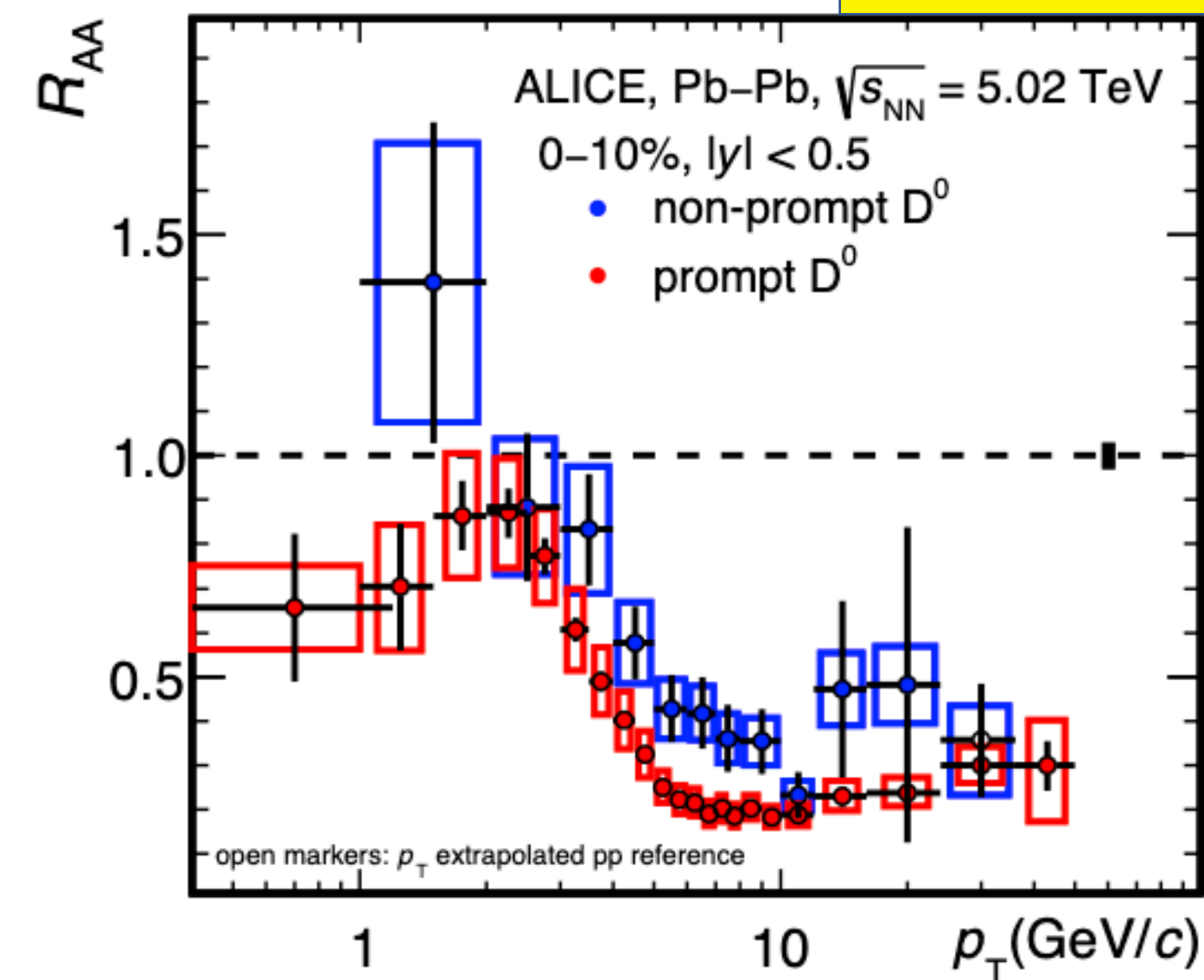
ALICE, JHEP 12 (2022) 126

## Mass matters when quarks cross a quark-gluon plasma

A new analysis by the ALICE collaboration confirms the expected role of quark mass in the interactions of quarks with a quark-gluon plasma

25 MARCH, 2022 | By ALICE collaboration

CERN首页新闻

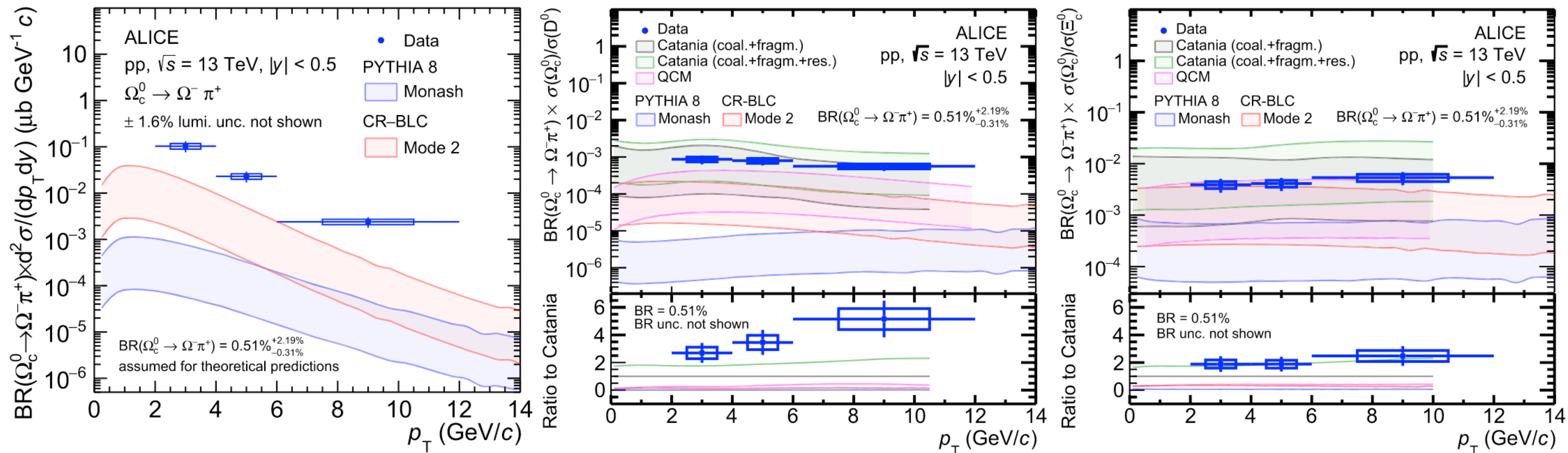


- 发现非瞬时D介子核压低大于瞬时D介子，说明b夸克能量损失小于c夸克，存在质量依赖性
- 在ALICE实验对非瞬时D介子椭圆流的首次观测，发现非瞬时D介子的椭圆流不为零，且与瞬时D介子的椭圆流有明显差异。说明底夸克参与夸克物质演化，与粲夸克的热化自由度有差异



# $\Omega_c^0$ 在ALICE实验p-p碰撞中的首次测量

**ALICE, Physics Letters B 846 (2023) 137625**



- 首次完成ALICE实验p-p碰撞中 $\Omega_c^0$ 横动量谱测量
- 对相对衰变分支比提供重要实验结果

# Beauty夸克测量

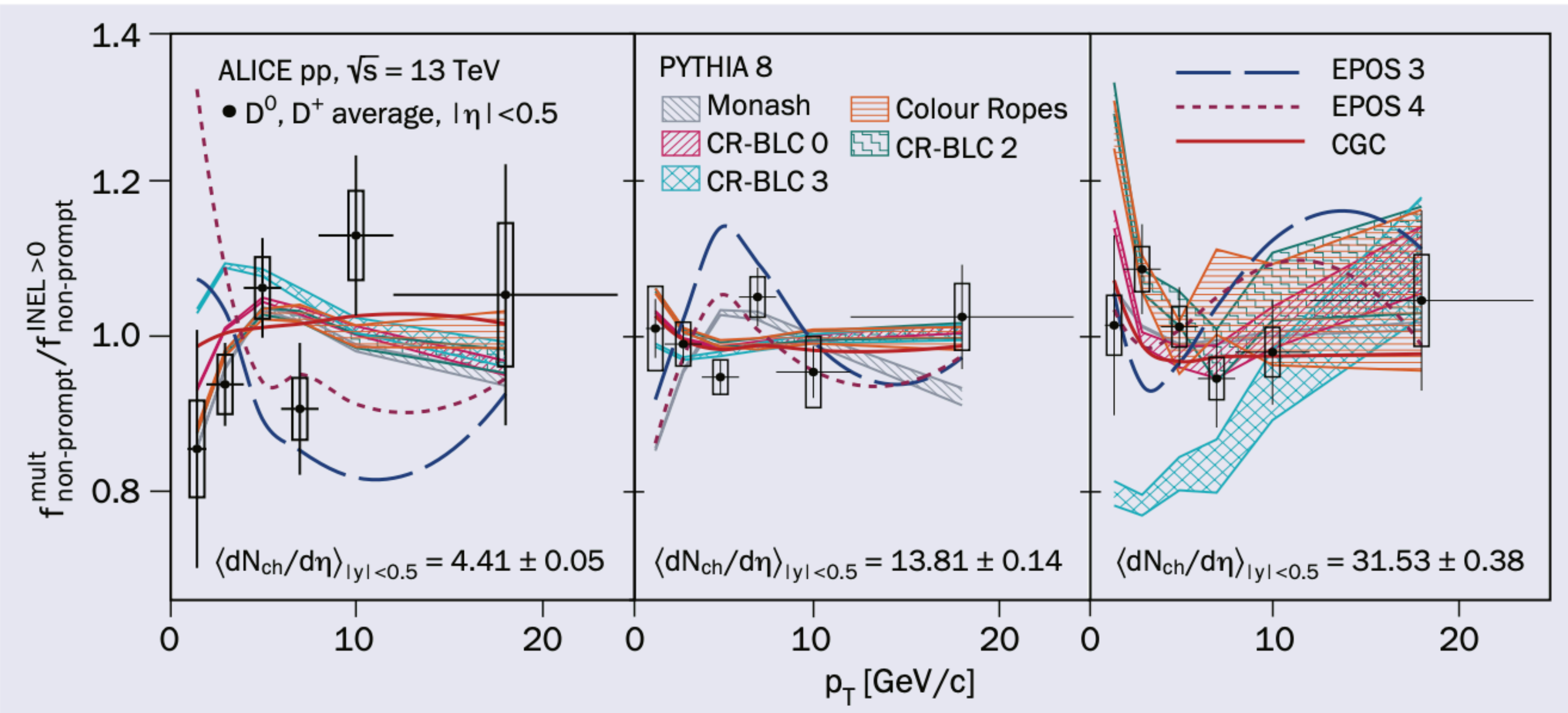
ALICE JHEP 10 (2023) 092

CERN Courier 报道

## Beauty quark production versus particle multiplicity

Measurements of the production of hadrons containing heavy quarks (i.e. charm or beauty) in proton–proton (pp) collisions provide an important test of the accuracy of perturbative quantum chromodynamics (pQCD) calculations. The production of heavy quarks occurs in initial hard scatterings of quarks and gluons, whereas the production of light quarks in the underlying event is dominated by soft processes. Thus, measuring heavy–quark hadron production as a function of the charged–particle multiplicity provides insights into the interplay between soft and hard mechanisms of particle production.

Measurements in high-multiplicity



Source: arXiv:2302.07783

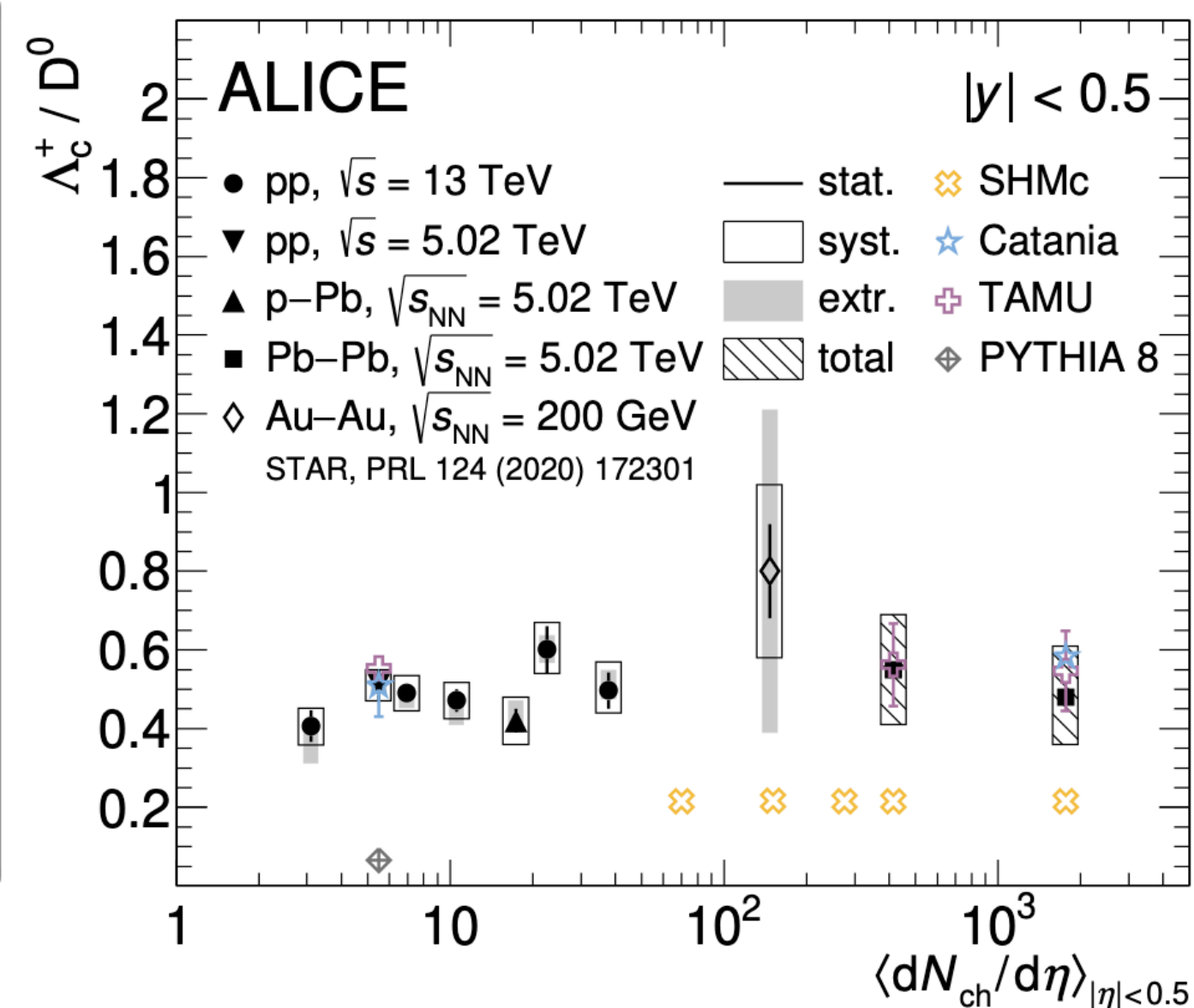
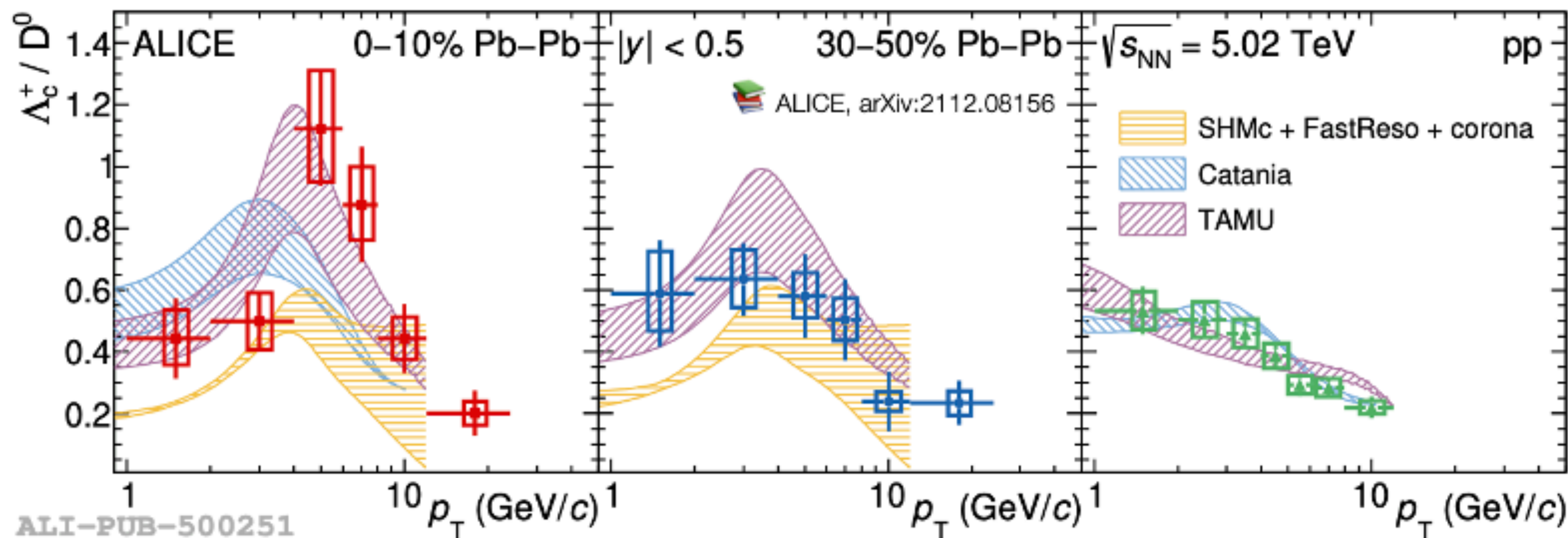
通过重味介子非瞬时比重随多重数变化研究重夸克强子化



# $\Lambda_c/D^0$ 产额比在重离子碰撞中的测量

ALICE, PLB 839 (2023) 137796

Constraining hadronisation mechanisms with charm baryons in Pb-Pb

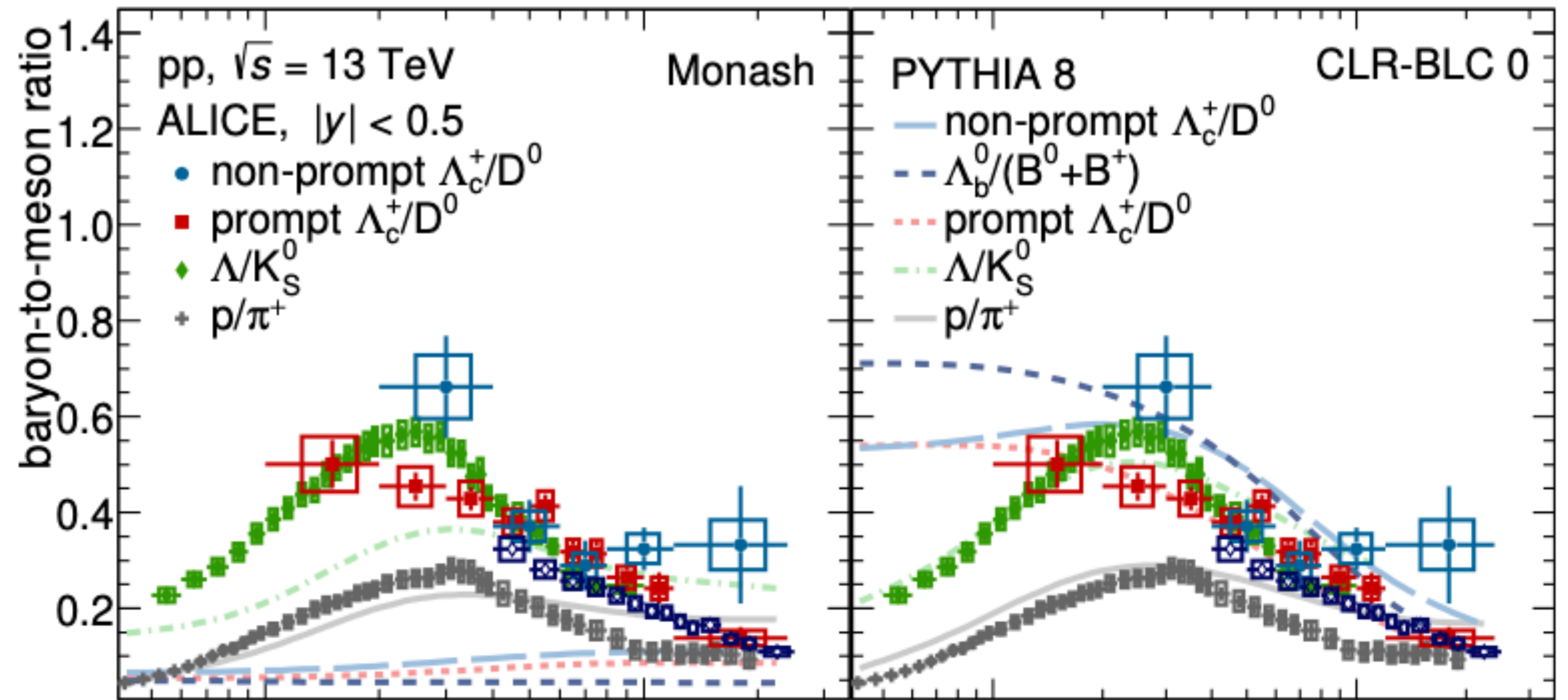


- 发现 $\Lambda_c/D^0$ 产额比，在低横动量区间，重离子碰撞中相对pp碰撞有进一步增强
- 结果可以被包含**碎裂和重组**机制的模型描述
- $\Lambda_c/D^0$ 产额比的积分值没有明显的粒子多重数和碰撞系统的依赖性，产额比的变化只是横动量的重分布？

# 重子-介子比增强的“味”依赖性

ALICE, arXiv:2308.04873

- 对非瞬时 $\Lambda_c$ 重子在中间快度区的**首次观测**
- 首次提出重子-介子比增强没有明显的“味”依赖性(**趋势**)

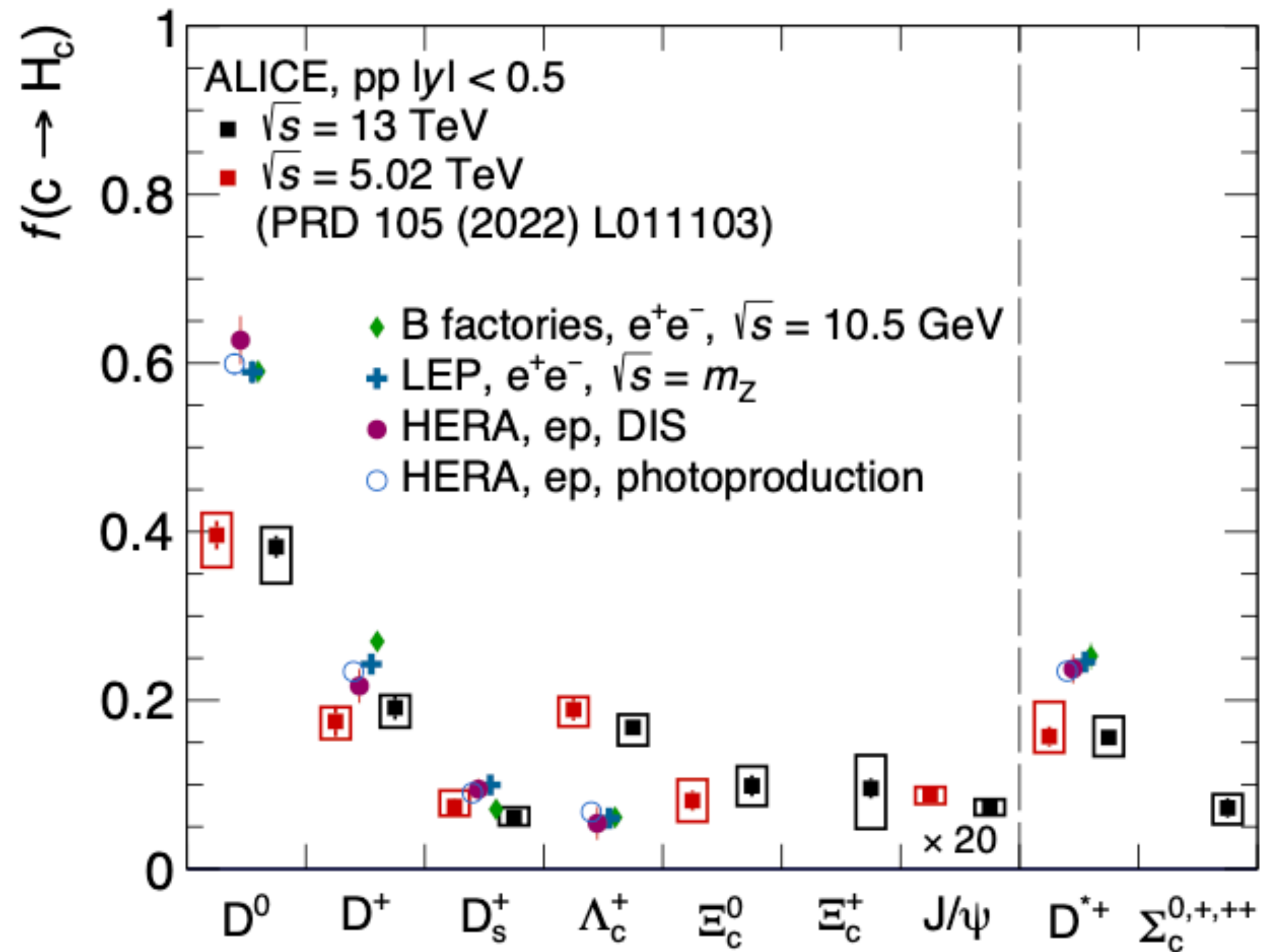




# p-p碰撞中碎裂分支

ALICE, arXiv:2308.04877

- pp碰撞中的碎裂分支相对e+e-碰撞有明显差异
- 碎裂分支在LHC能区没有明显的能量依赖性，**对研究pp碰撞中粲夸克强子化机制具有重要意义**



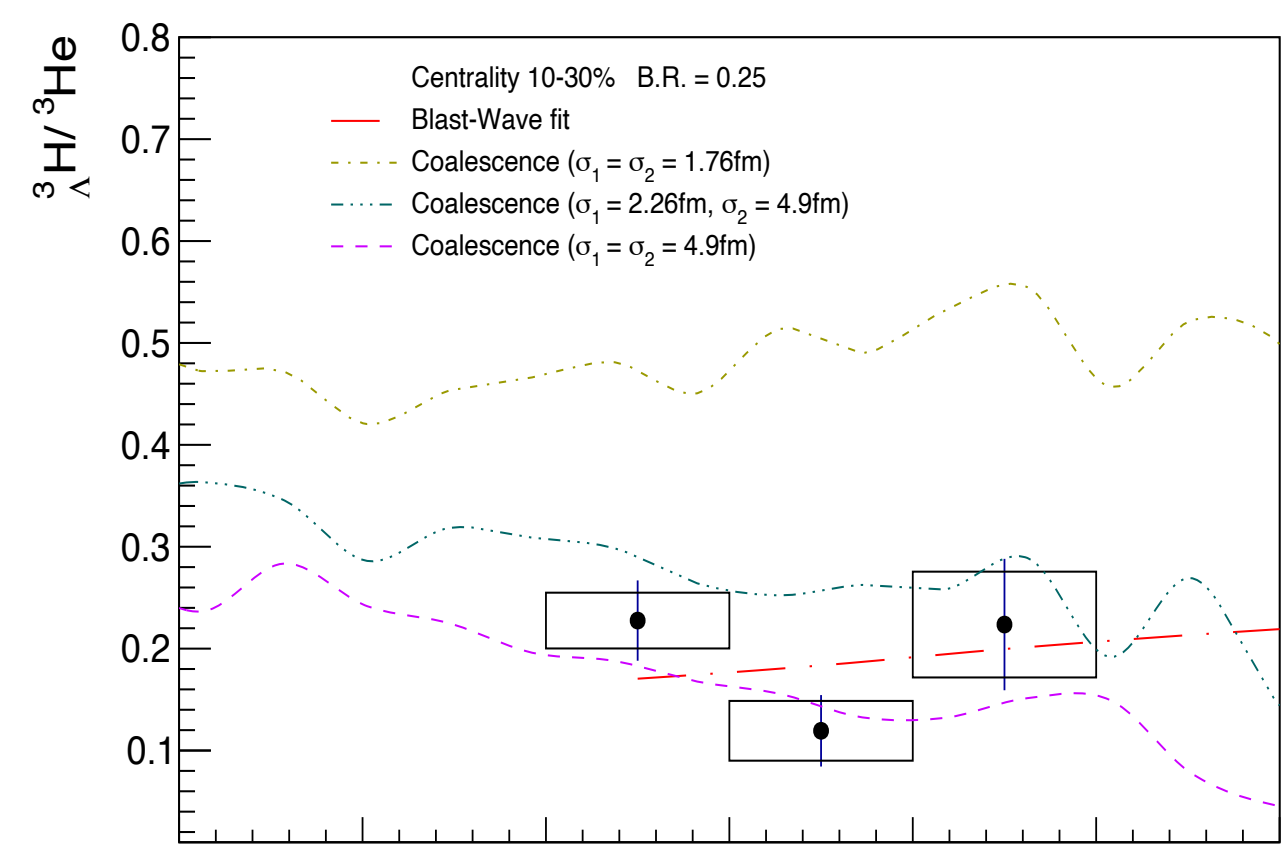
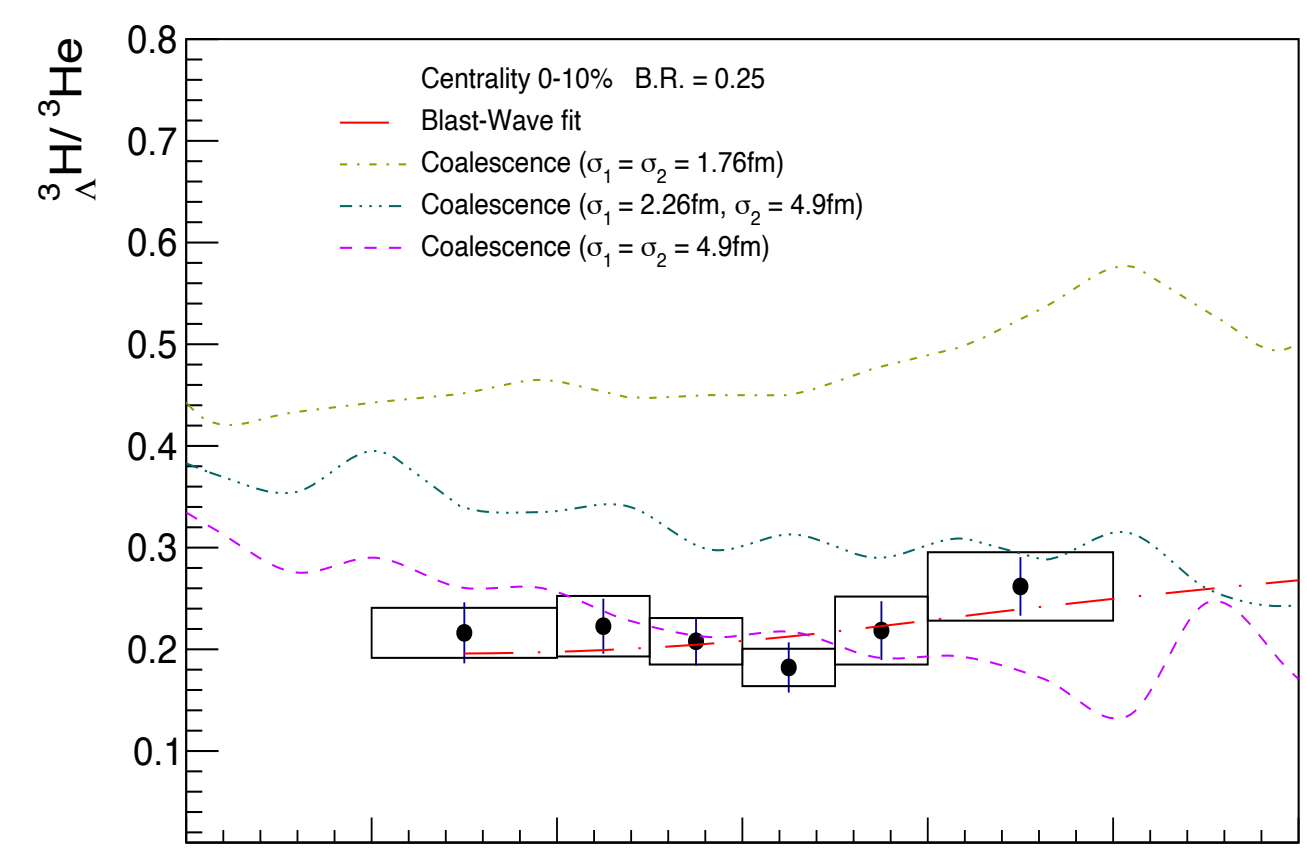


# 超核产生机制研究

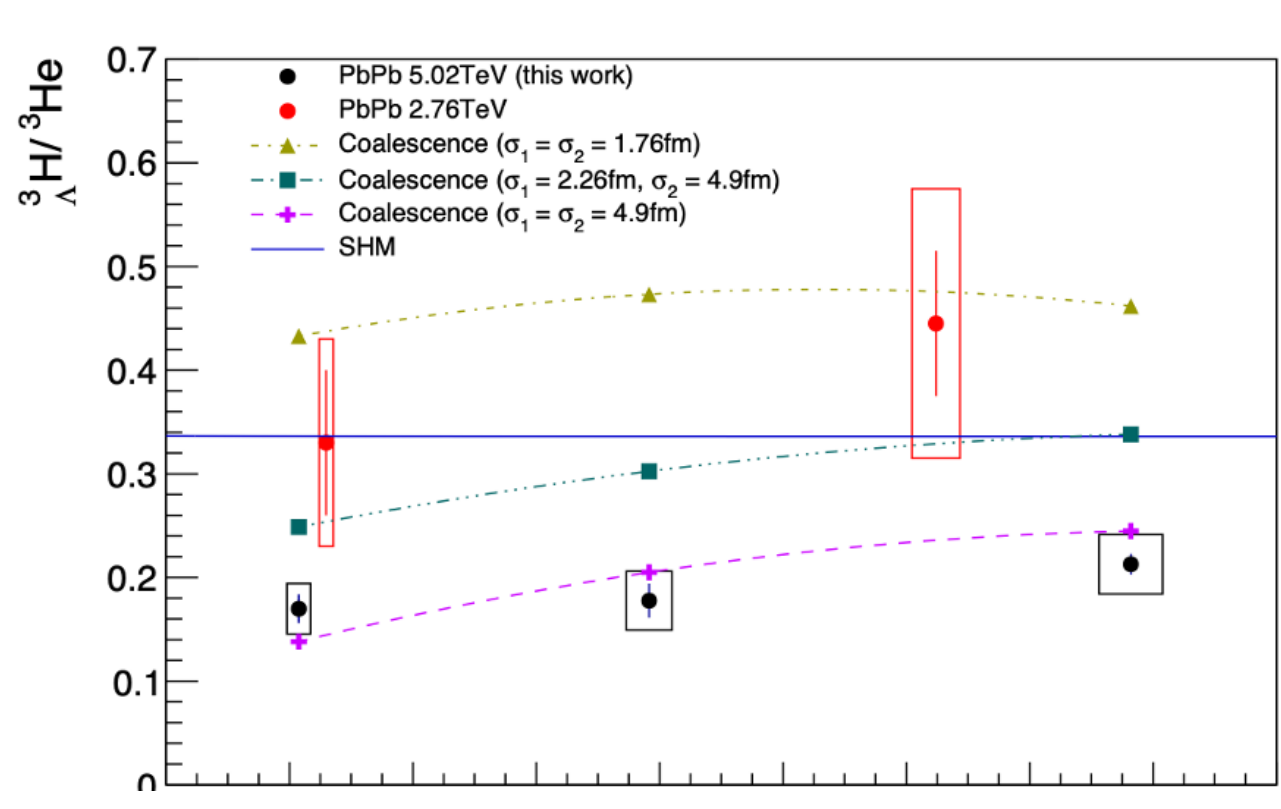
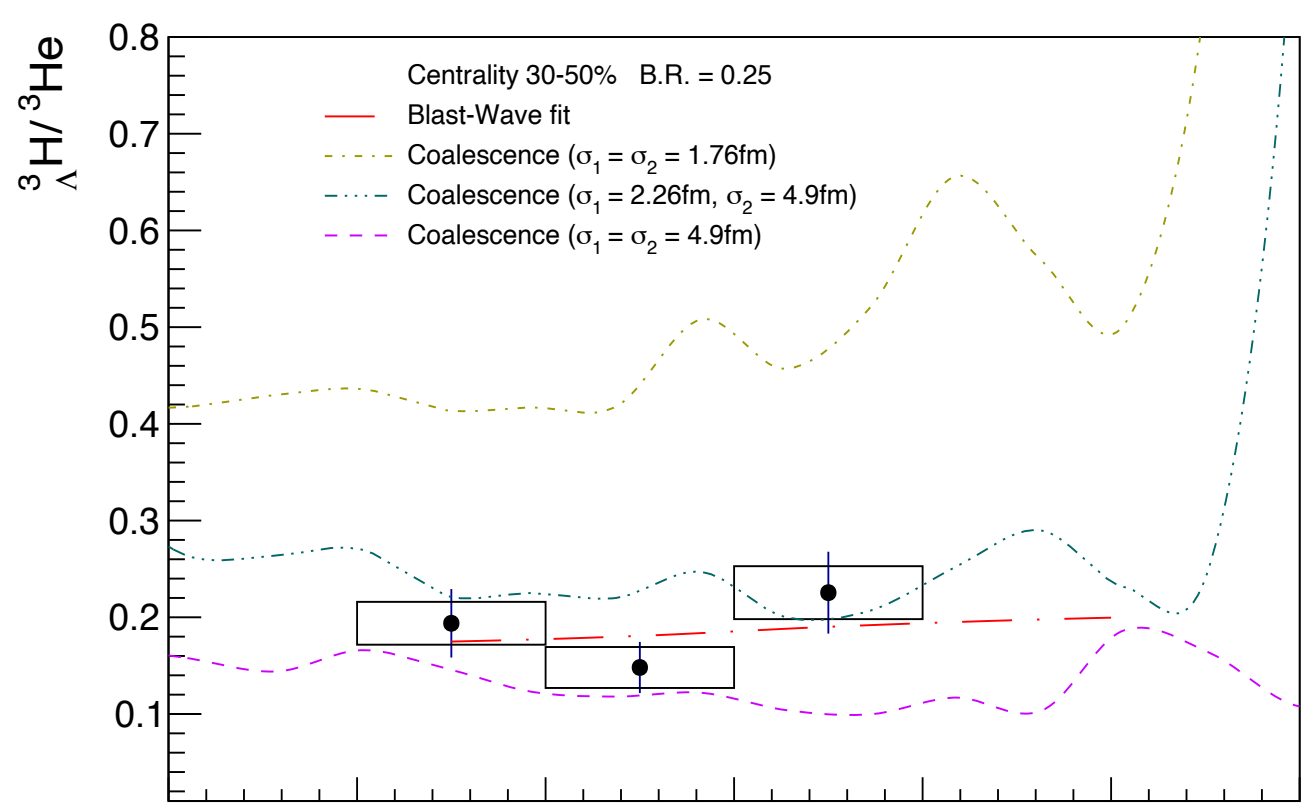
✓基于机器学习方法对超氦核进行测量

✓多重数依赖性，能量依赖。模型检验，对产生机制的鉴别

✓冲击波模型和组合模型斜率的差异：需要更为精确的计算或预言，检验参数敏感性

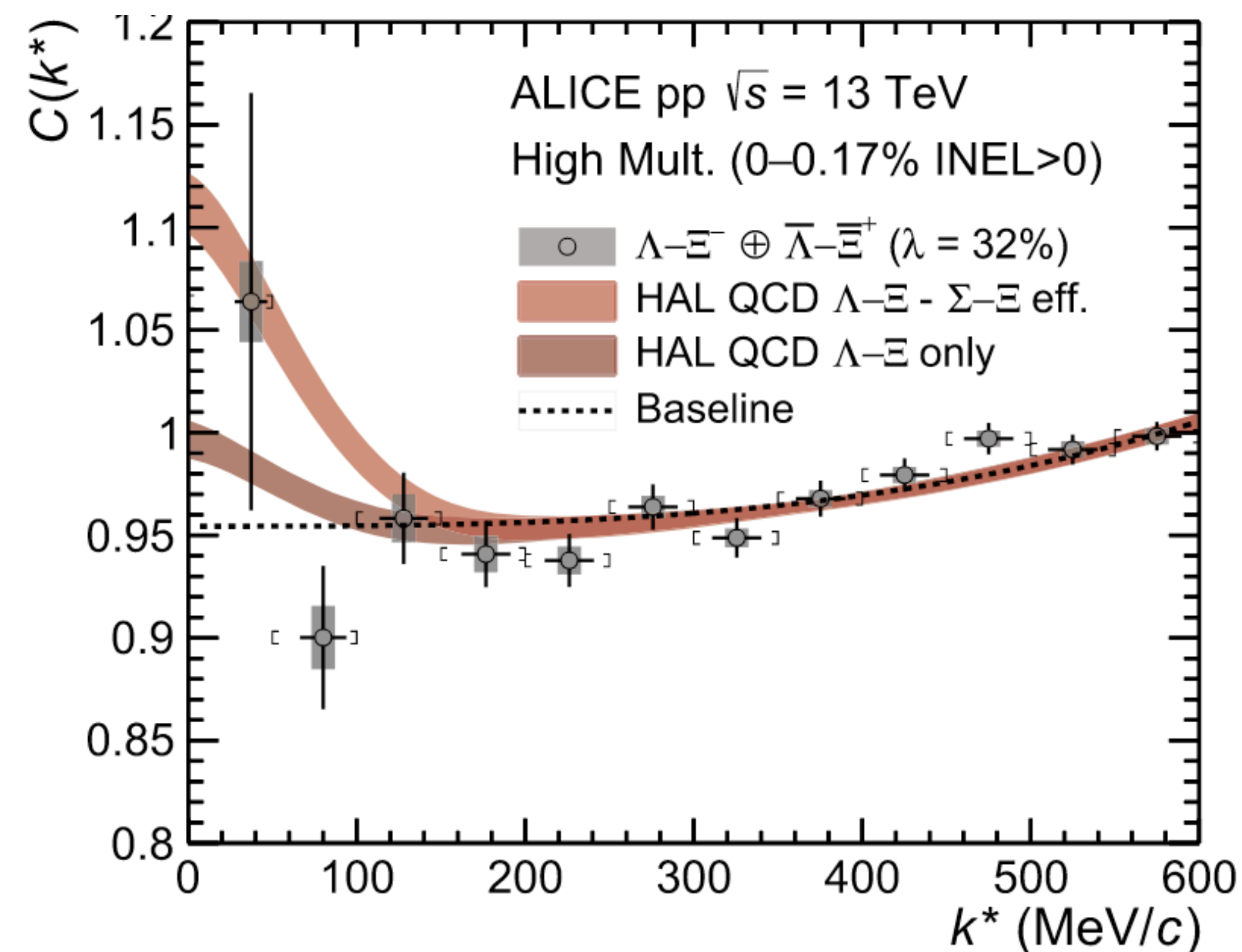
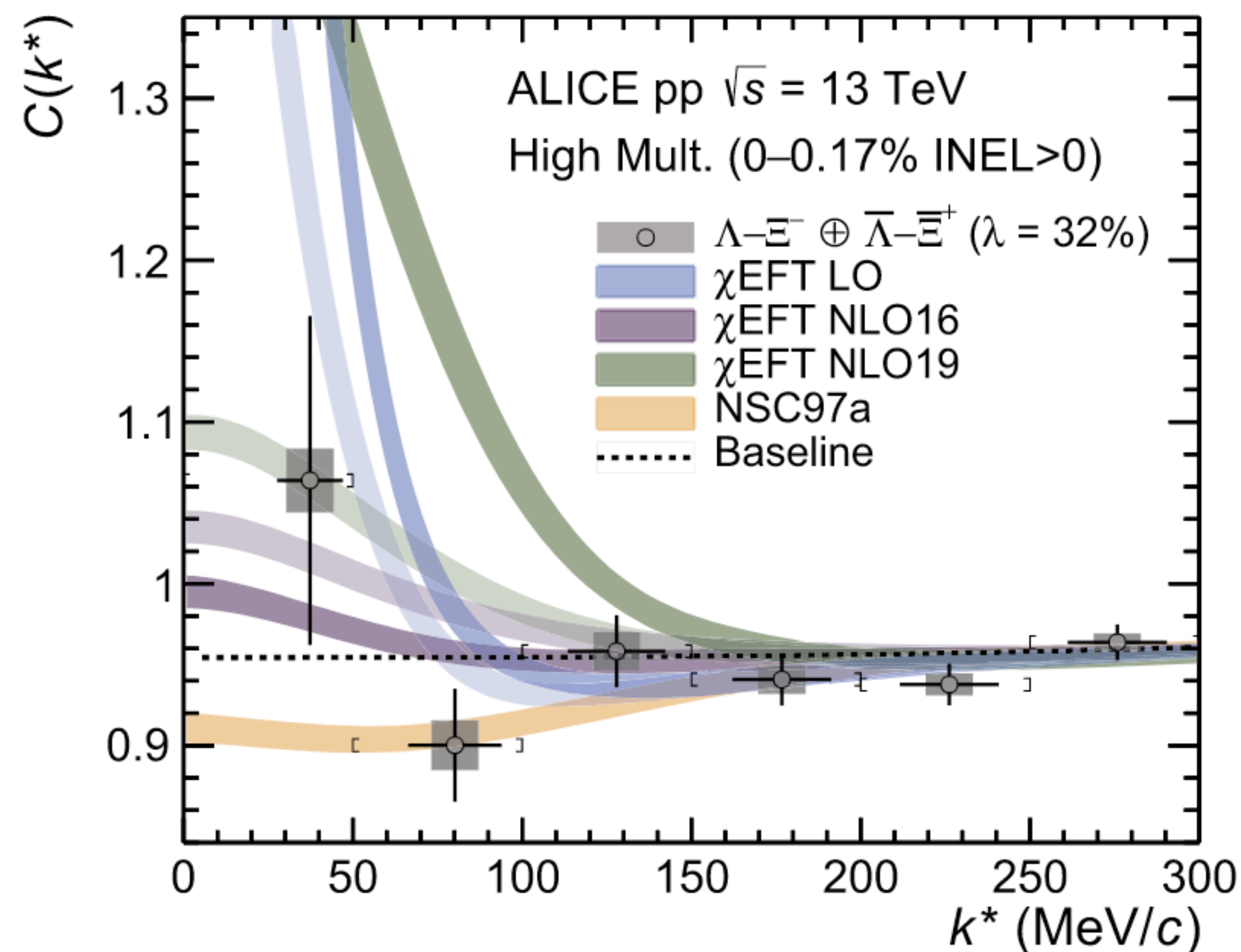


文章建议批准，草稿完成，待审阅



# $\Lambda$ -三相互作用测量

ALICE, Physics Letters B 844 (2023) 137223



- 首次完成 $\Lambda$ -三相互作用测量
- 散射道效应需要更为精确的量 (Run3)



# Run3采数进程与ALICE3计划



**Pb-Pb@5.26TeV, 9月26日**

**✓Run3期间首次重离子束流**

**✓比Run2期间能量提高**

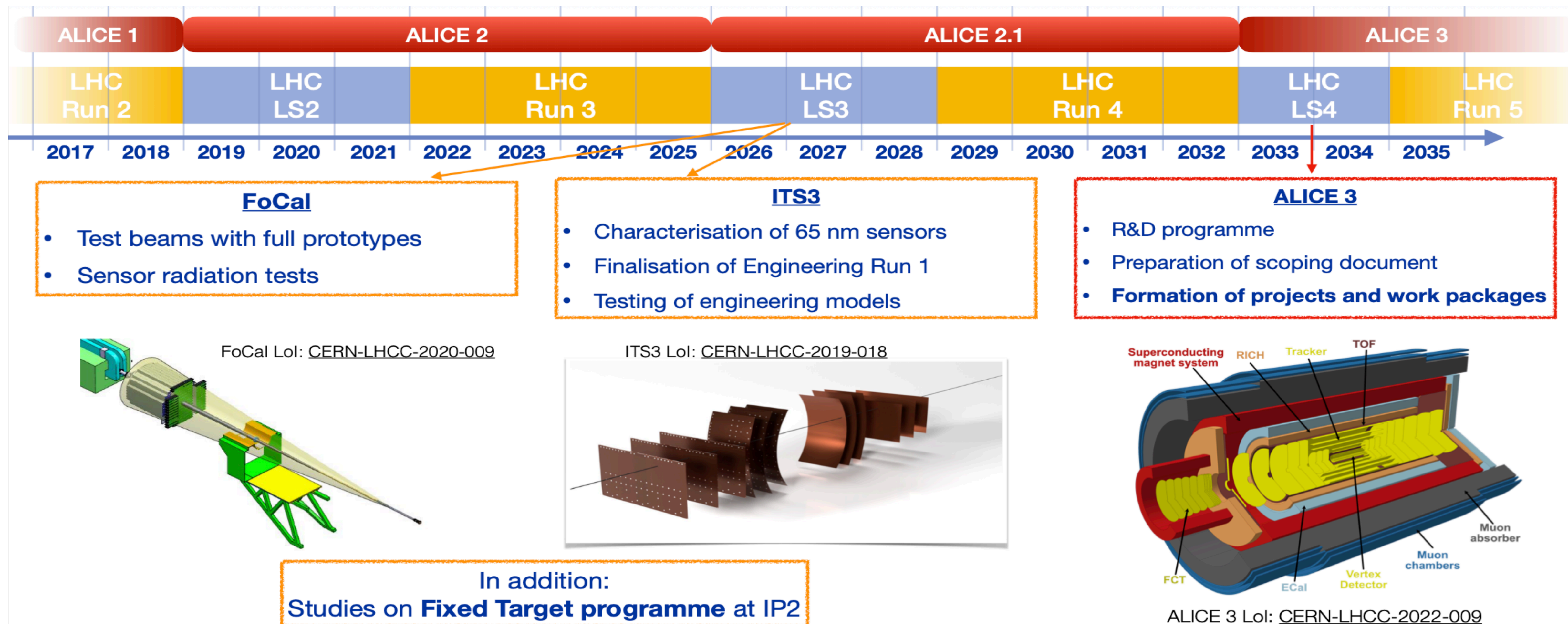
**✓碰撞率提升10倍（高统计，丰富的物理机遇）**

**✓O<sup>2</sup>分析框架**

The LHC is back delivering collisions to the experiments after the successful [leak repair](#) in August. But instead of protons, it is now the turn of lead ion beams to collide, marking the first heavy-ion run in 5 years. Compared to previous runs, the lead nuclei will be colliding with an increased energy of 5.36 TeV per nucleon pair (compared to 5.02 TeV previously) and the collision rate has increased by a factor of 10. The primary physics goal of this run is the study of the elusive state of matter known as quark-gluon plasma, that is believed to have filled the Universe up to a millionth of a second after the Big Bang and can be recreated in the laboratory in heavy-ion collisions.



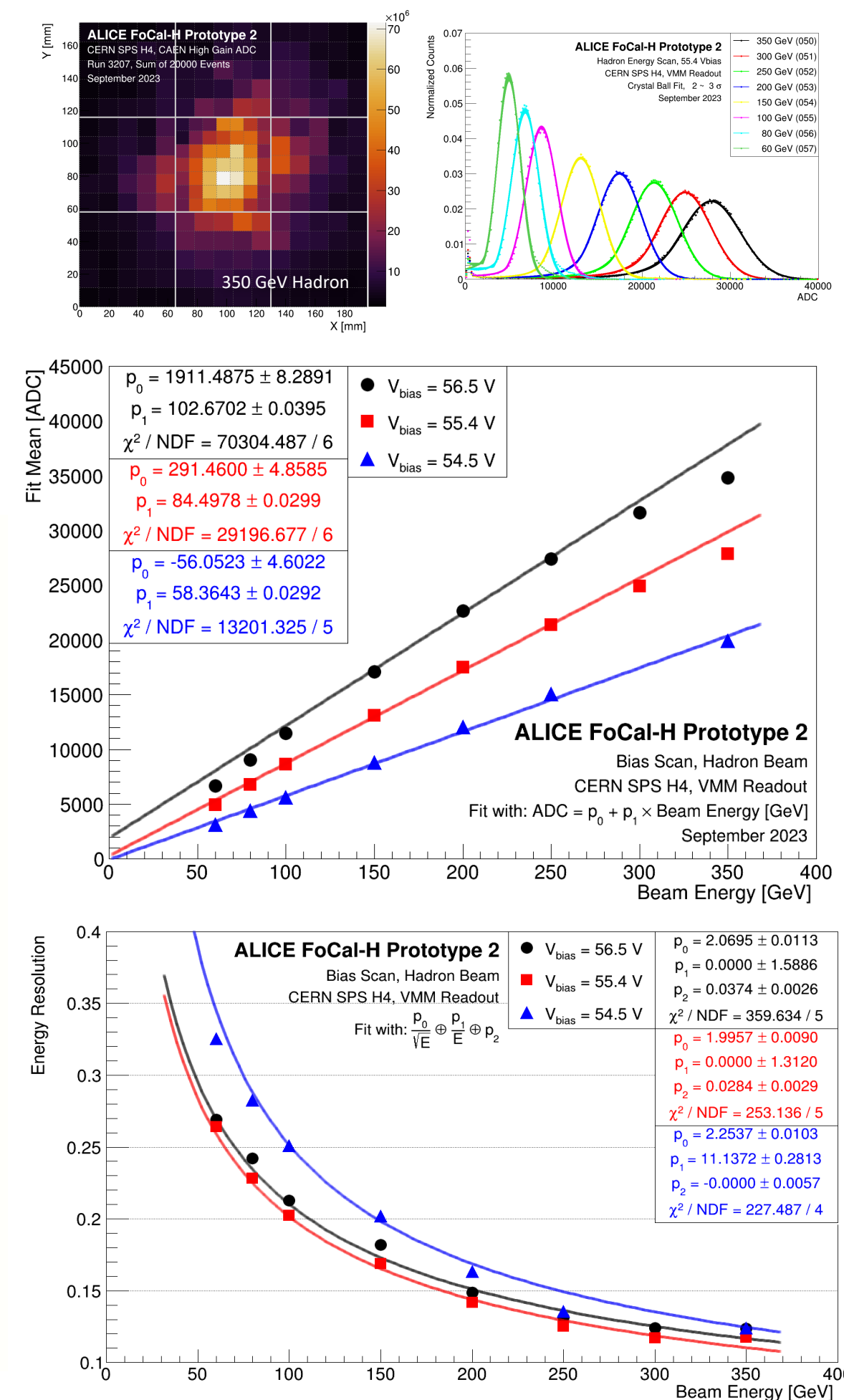
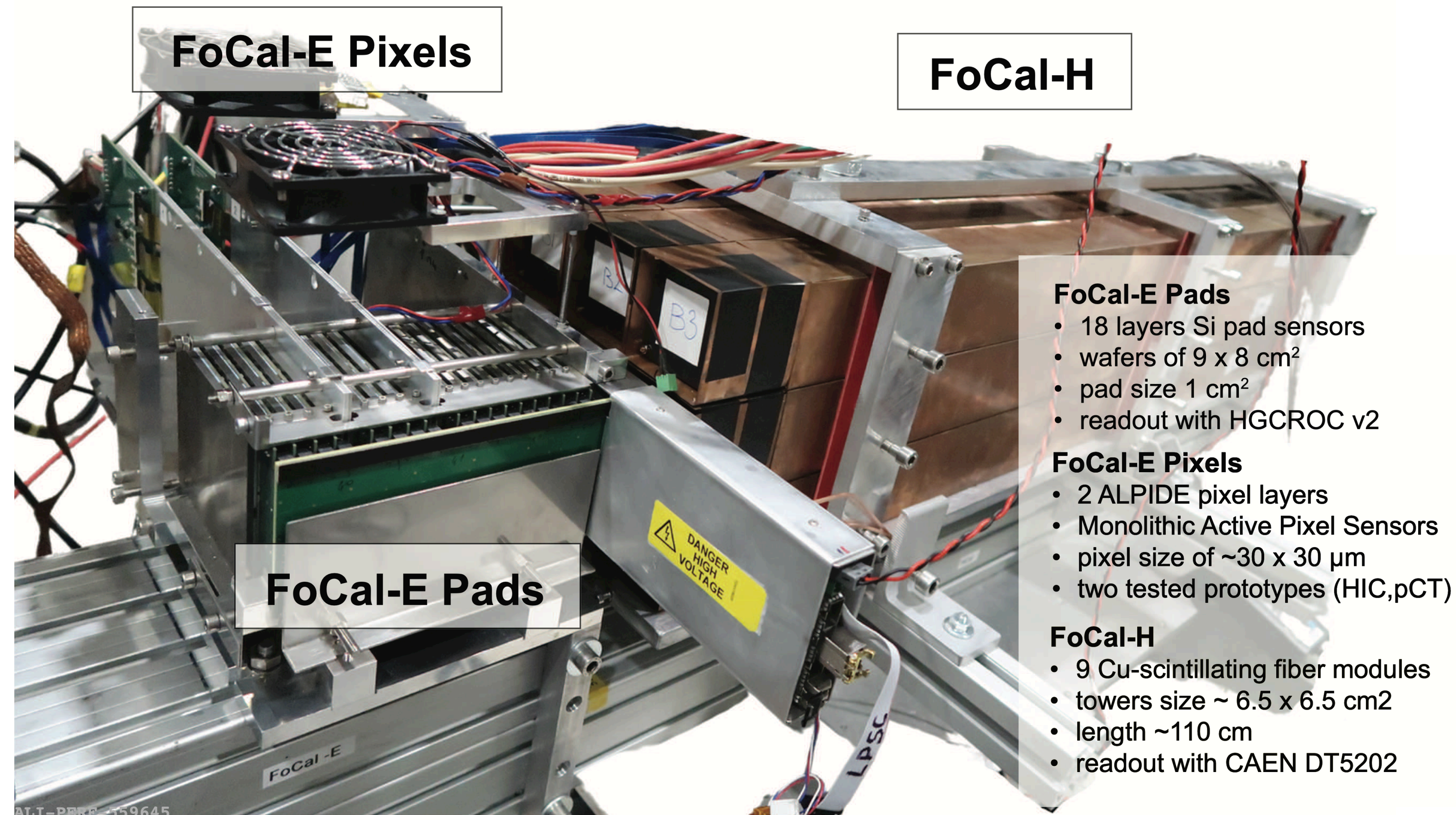
# Run3采数进程与ALICE3计划





# Run3采数进程与ALICE3计划

- 2023年5月和9月, FoCal prototypes测试, 两种读出设置: CAEN DT5202 and SRS-VMM
- 目前开展TDR的工作





# ALICE成员单位责任

- 物理分析（人力与经费支持）
- 探测器等硬件研发与建设费（人力与经费支持）
- 计算资源贡献（硬件投入与运行维护，经费、场地、通讯与设备管理）
- 束流采集的值班任务（人力与经费支持）
- 服务任务（如探测器刻度、软件开发、运维管理等），（人力与经费支持）
- 人员费（M&O\_A，每年度核算，持续性经费）
- 硬件运行与维护贡献（M&O\_B，持续性经费）
- 单位入门费（An entry fee，一次性经费）

# ALICE-China计算集群 (Tier2) 建设

- 重启ALICE-China Tier2

- ✓与ALICE进行充分沟通，制定硬件方案

- ✓计算节点:~1000 CPU核 (复旦已经在询价)

- ✓存储: 1-2PB (复旦、中国科大、华中师大、原子能院)

- 建设与运行方案

- ✓拟委托高能所托管(11.8-10, 已经就建设细节商榷), 参考ATLAS、CMS和LHCb组

- ✓年底完成设备采购招标与安置

- 负责人: 寿齐焱 (复旦)、裴骅 (华中师大)



# 总结与展望

- 实验数据物理分析
  - ✓硬探针、重味、集体运动、奇特粒子态、粒子相互作用
  - ✓发表论文**10篇论文**，**占比17.9%**（**人数占比4.8%**，**MO&A占比2.9%**）
- 计算资源建设与服务任务开展，Tier2建设、实验运行、合作组内任职等
- 硬件建设
  - ✓ITS3, FoCal
  - ✓ALICE3

**感谢国家自然科学基金委、科技部、中科院、教育部等的大力支持！**