

ALICE 中国组 年度研究进展

殷中宝（华中师范大学）
代表ALICE中国组

第四届中国LHC物理研讨会(CLHCP2018)，12月19-22日，武汉

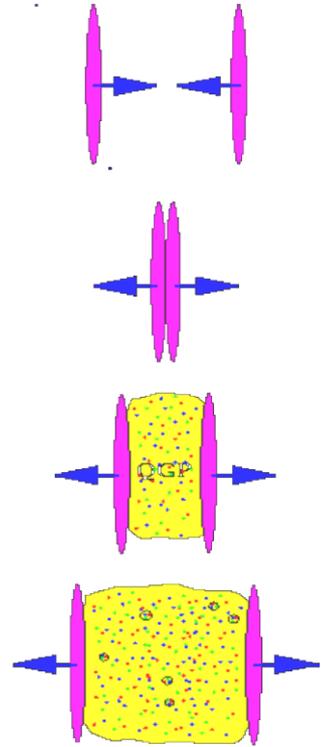


报告内容

- **ALICE实验进展**
- **2018 ALICE 中国组物理研究状况**
- **中国组参与ALICE升级探测器研制的状况**
- **总结和展望**

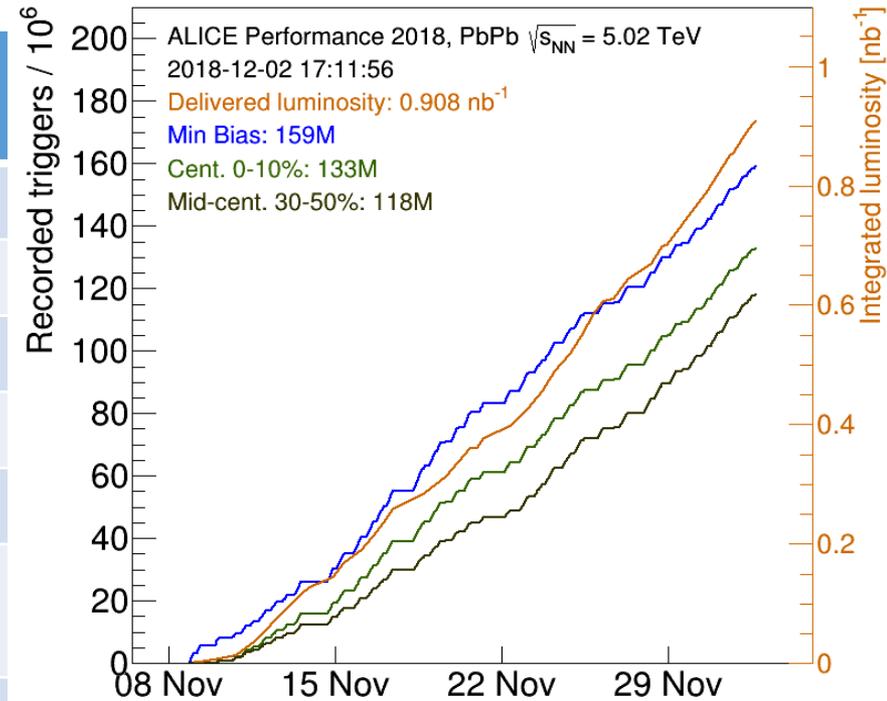
ALICE实验的物理目标

- 通过重离子碰撞，产生温度高达 $O(10^{12} \text{ K})$ 的火球
 - 太阳中心温度的十万倍
 - 宇宙大爆炸早期 (~ 10 微秒) 的温度
- 研究极端高温、高能量密度条件下的物质的行为
 - 相变：解禁闭的夸克物质（夸克-胶子等离子体）
 - 夸克物质的性质，如温度、不透明度、粘滞系数、扩散系数等



ALICE运行取数情况

| 碰撞系统 | 年 | $\sqrt{s_{NN}}$ (TeV) | 积分亮度 |
|-------|-------------|-----------------------|--|
| Pb-Pb | 2010,2011 | 2.76 | $\sim 75 \mu\text{b}^{-1}$ |
| | 2015 | 5.02 | $\sim 250 \mu\text{b}^{-1}$ |
| | 2018 | 5.02 | $\sim 1 \text{ nb}^{-1}$ |
| Xe-Xe | 2017 | 5.44 | $\sim 0.3 \mu\text{b}^{-1}$ |
| p-Pb | 2013 | 5.02 | $\sim 15 \text{ nb}^{-1}$ |
| | 2016 | 5.02 8.16 | $\sim 25 \text{ nb}^{-1}$ $\sim 3 \text{ nb}^{-1}$ |
| pp | 2009-2013 | 0.9 | $\sim 200 \mu\text{b}^{-1}$, |
| | | 2.76 | $\sim 100 \text{ nb}^{-1}$ |
| | | 7 8 | $\sim 1.5 \text{ pb}^{-1}$, $\sim 2.5 \text{ pb}^{-1}$ |
| | 2015,2017 | 5.02 | $\sim 1.3 \text{ pb}^{-1}$ |
| | 2015-2018 | 13 | $\sim 45 \text{ pb}^{-1}$ |



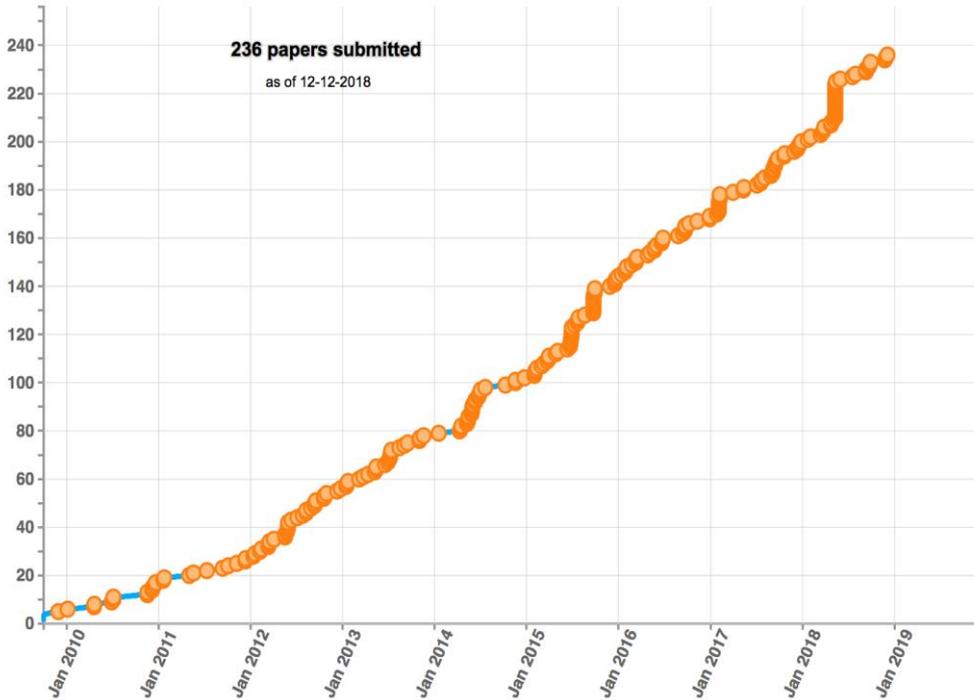
Pb-Pb 2018 run

- 0-10%: $\sim 9 \times$ 2015
- 30-50%: $\sim 4 \times$ 2015
- Minimum Bias: \sim 2015
- delivered lumi. $\sim 2 \times$ 2015



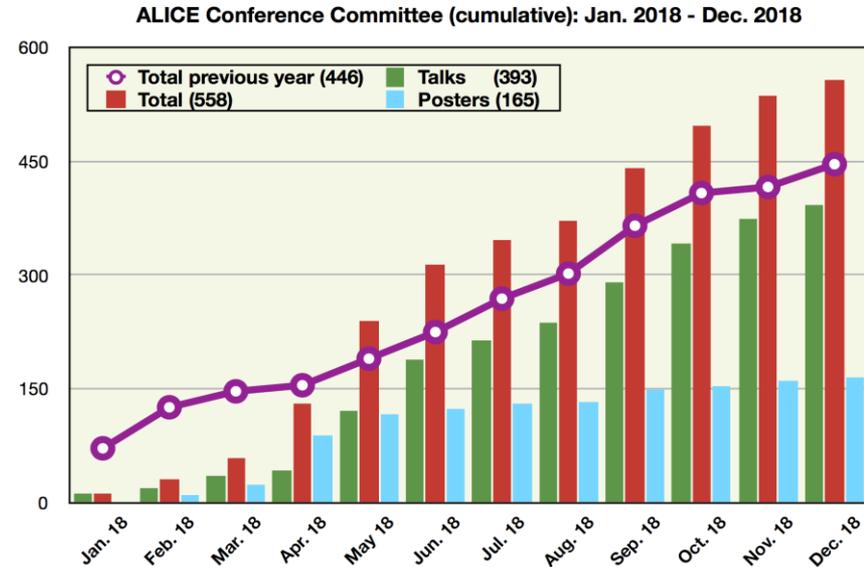
ALICE物理研究情况

ALICE Physics Papers Timeline



2018年提交文章 **37** 篇

大型会议报告 **393** 人次



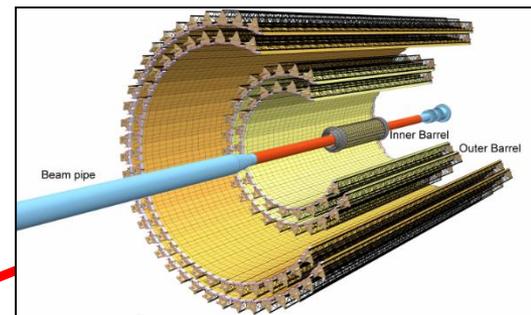
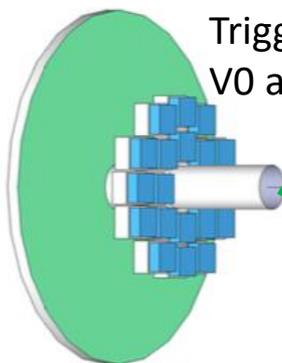
- 夸克物质大会: **36** 人次
- 硬探针大会: **27** 人次
- ICHEP: **15** 人次



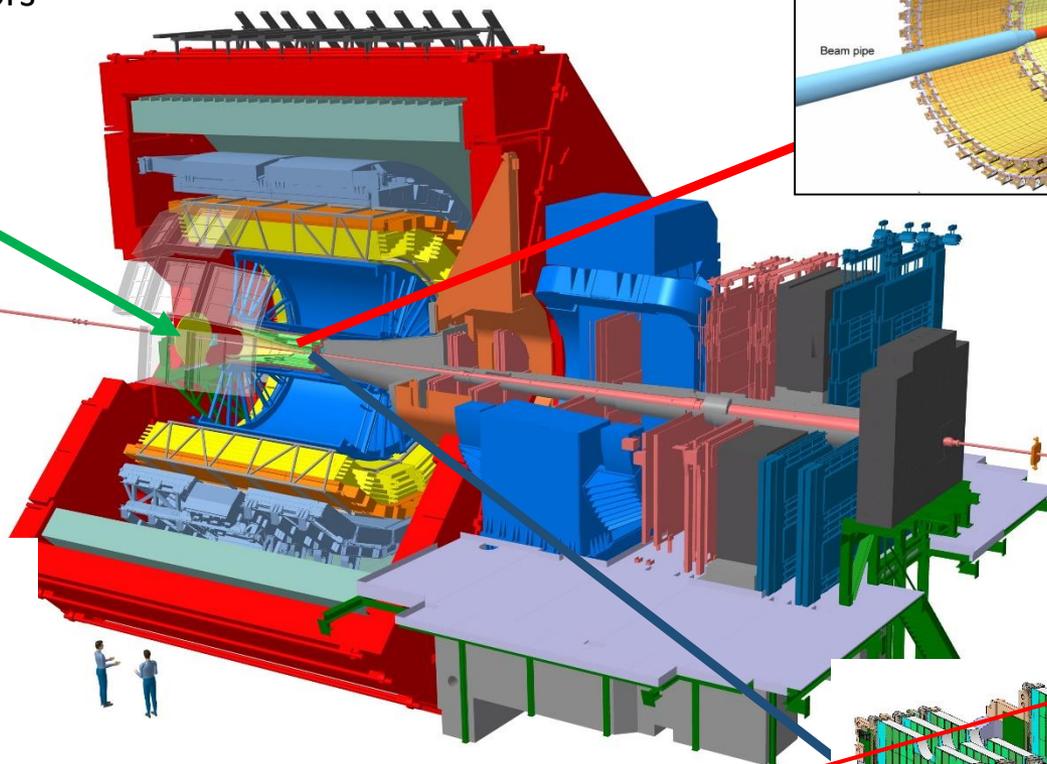
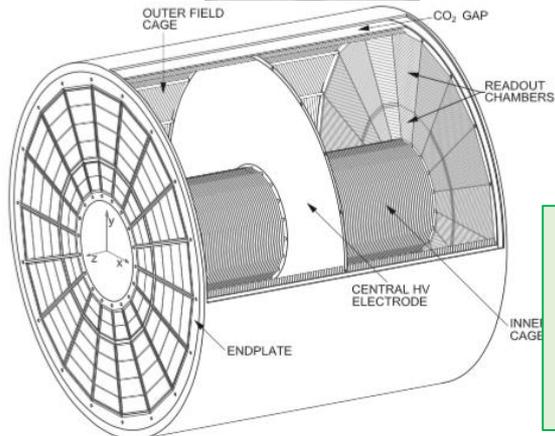
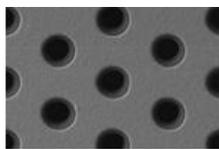
ALICE升级探测器

New Inner Tracking System (ITS)

New Forward Interaction Trigger (FIT) to replace the VO and T0 detectors

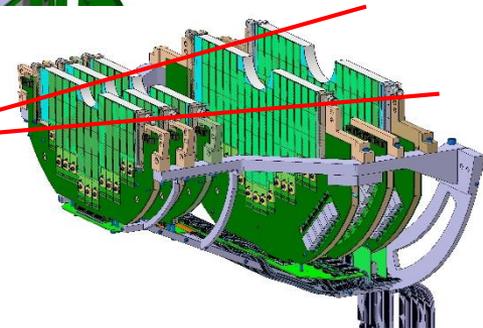


TPC with GEM based readout



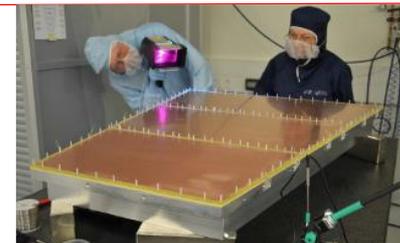
Both based on MAPS

MFT



- + improved readout for TOF, ZDC, TRD, MUON ARM
- + new Central Trigger Processor
- + new DAQ/Offline architecture

ALICE升级探测器现状



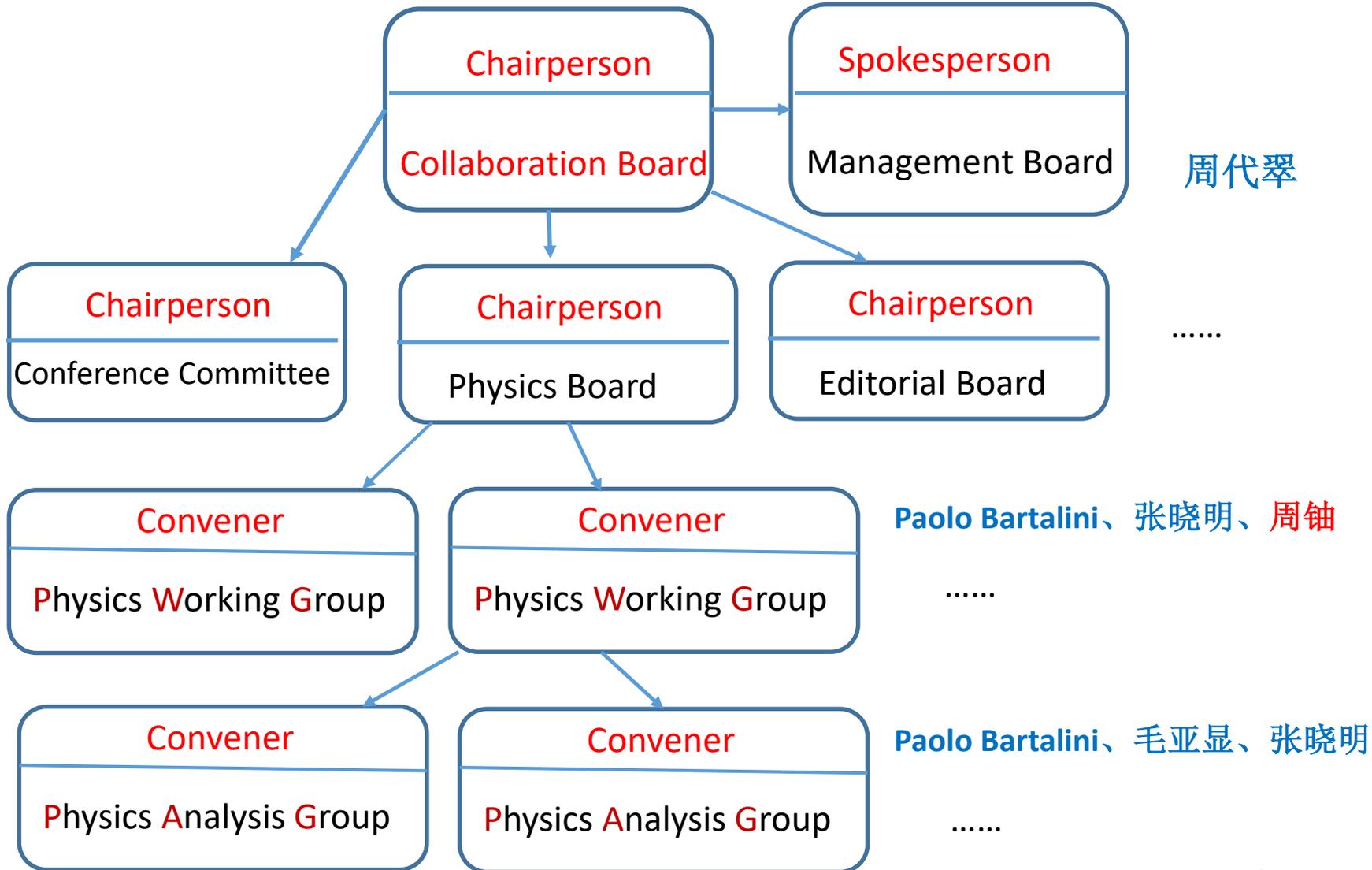
ALICE中国组成员

- 华中师范大学
 - 周代翠、殷中宝、Paolo Bartalini、裴骅、毛亚显、张晓明
- 中国原子能科学研究院
 - 李笑梅
- 中国科学院上海应用物理研究所
 - 马余刚、张松、钟晨、寿齐焯
- 中国科学技术大学
 - 唐泽波、张一飞、查王妹、李昕
- 华中科技大学 (*)
- 湖北工业大学 (*)

NB: 红色标记的是当前ALICE文章作者成员
*标记的是协作成员单位



中国组在ALICE中承担组织工作情况



ALICE中国组项目支持情况

- 科技部重点研发计划国际合作重点专项（在研）
 - ALICE实验硅像素探测器升级（2016.12-2021.11）
- 科技部重点研发计划国际合作重点专项（待批）
 - ALICE实验夸克物质性质的硬探针研究
 - ALICE实验夸克物质强相互作用动力学研究
 - ALICE实验奇特物质结构研究
 - ALICE实验的冷核效应研究

原子能院与ALICE签署合作协议

2018年12月7日在中核集团董事长和CERN副总干事长的见证下，原子能院与ALICE实验签署了ALICE实验合作执行协议。双方商定进一步加强ALICE实验的合作，参加ALICE实验升级和物理研究，建立CERN/ALICE-CIAE探测器实验室。



期待中核集团对ALICE实验的大力支助



2018年度 ALICE中国组研究成果

• 发表ALICE实验文章 2 篇

- Measurement of D^0 , D^+ , D^{*+} and D_s production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV, **JHEP** 1810 (2018) 174
- First measurement of jet mass in Pb-Pb and p-Pb collisions at the LHC, **Phys. Lett.** B776 (2018) 249

• 提交待发表文章 2 篇

- Centrality and pseudorapidity dependence of the charged particle multiplicity density in Xe-Xe collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.44$ TeV, arXiv:1805.04432
- Charged-particle pseudorapidity density at mid-rapidity in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV, arXiv:1812.01312

• 提交ALICE内部审核的实验文章 4 篇

- K_S^0 and Λ production in jets and the underlying event in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV and pp at $\sqrt{s} = 7$ TeV
- Measurement of charged jet cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ TeV
- Production of muons from open heavy-flavor hadron decays in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ TeV
- Multiplicity dependence of strange and multi-strange hadron production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV

• 准备阶段的文章 3 篇

- Production of muons from open heavy-flavor hadron decays in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV
- Study of underlying event properties in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with ALICE at the LHC
- Energy and multiplicity dependence study of charged-particle pseudorapidity density distribution in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02, 7$ and 13 TeV

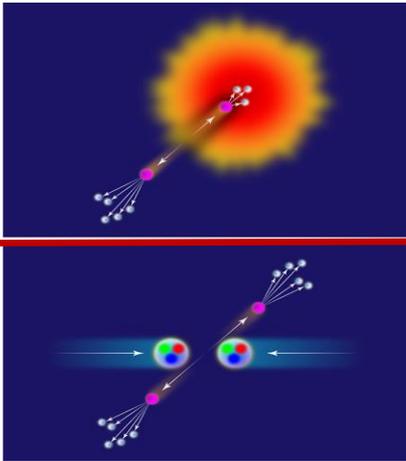
和一系列的ALICE Preliminary结果

ALICE中国组在国际会议上的报告情况

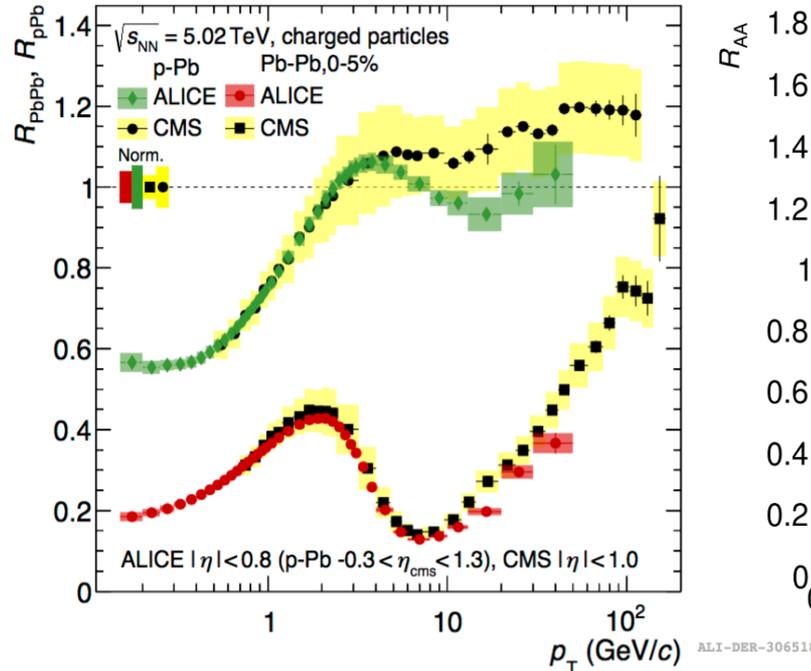
- 夸克物质大会：报告**1**个，墙报**5**个
- 硬探针大会：报告**1**个，墙报**2**个
- **ICHEP**：报告**1**个
- 其他国际会议如**ATHIC**，**QNP**等报告**25**人次

2018工作亮点： 喷注淬火

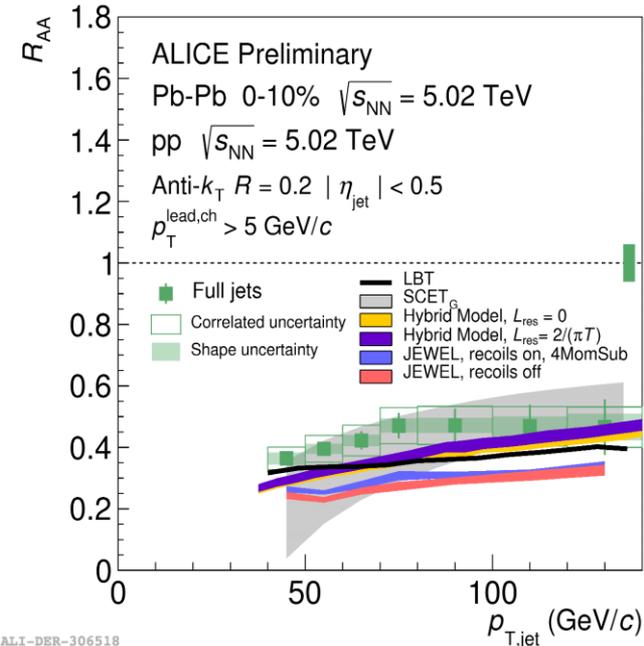
$$R_{AA} = \frac{\frac{dN_{AA}}{dp_T}}{\langle N_{coll} \rangle \frac{dN_{pp}}{dp_T}}$$



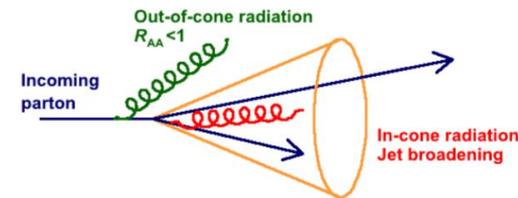
ALICE, JHEP 11 (2018) 013



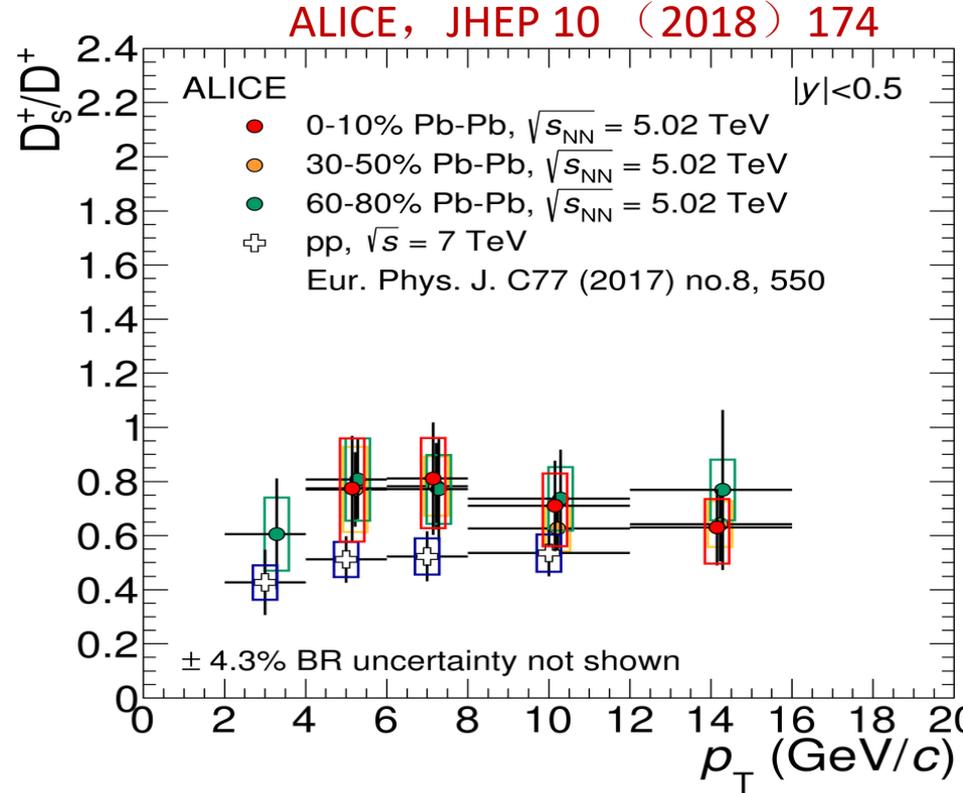
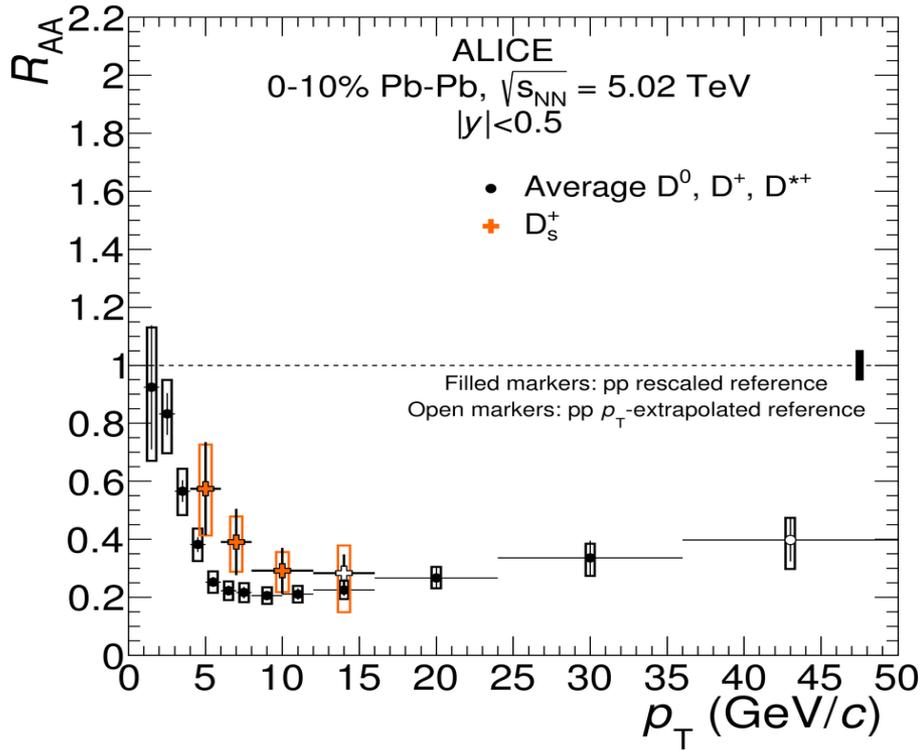
喷注



- 在铅-铅中心碰撞中粒子和喷注产额都有很大的压低 (0.15-0.4)
- 辐射的能量似乎并未能通过重建喷注而计入喷注能量中
 - 大角辐射或很低横动量

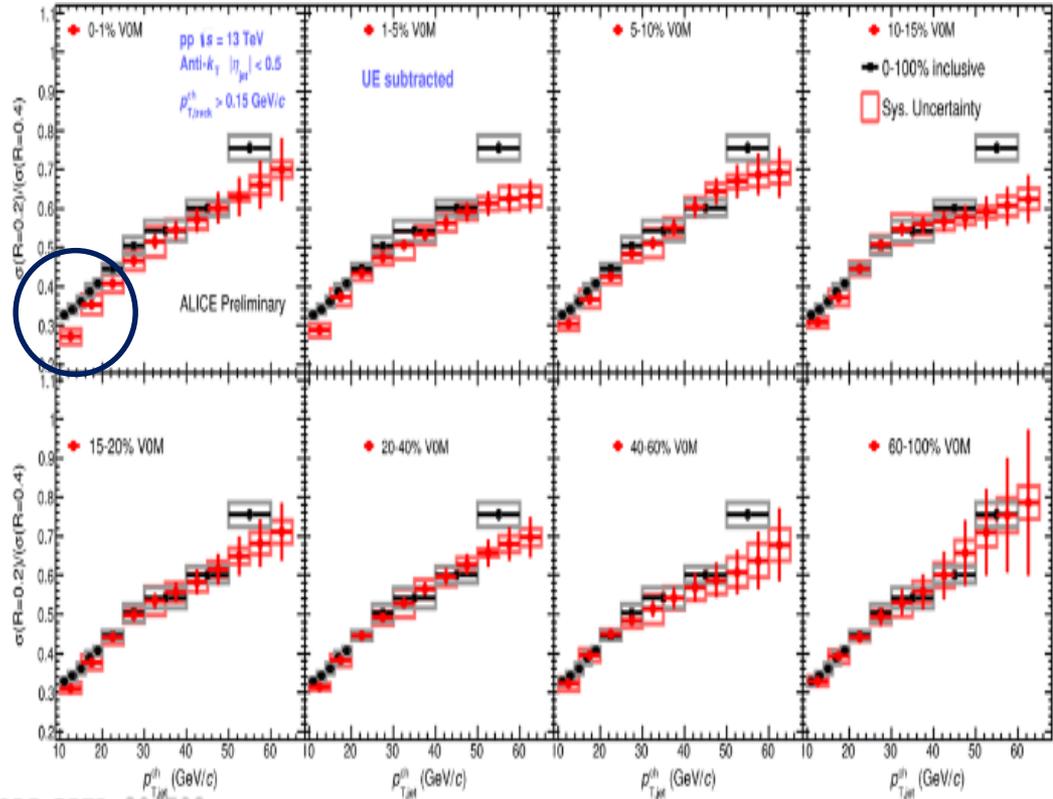
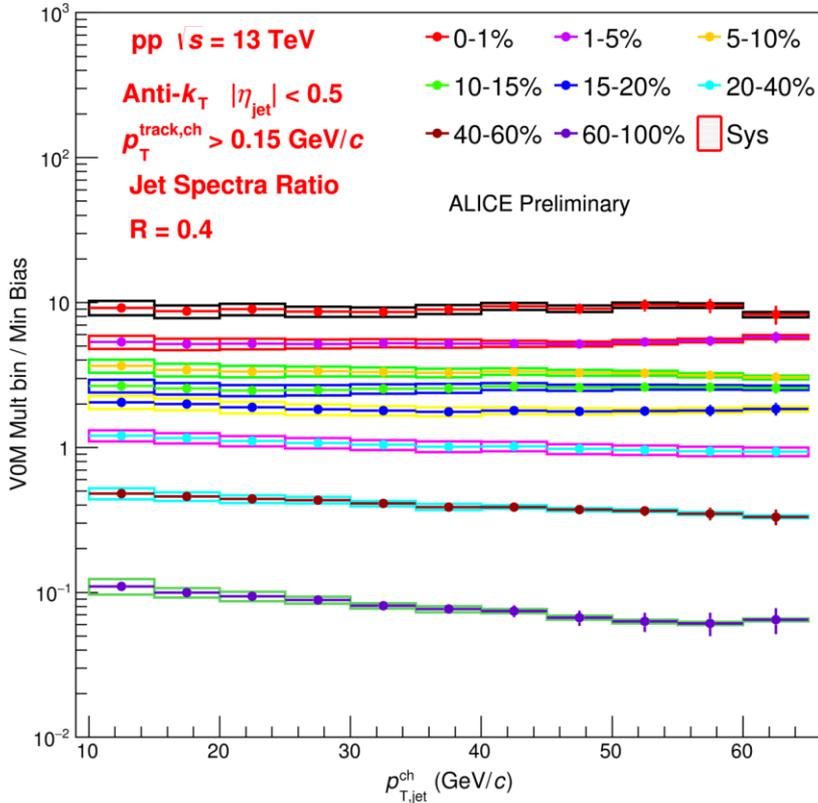


2018工作亮点：重味能量损失



- 观测到 D_s 的核修正因子较 D 大的迹象
- 在铅-铅碰撞中观测到带奇异的粲介子产生增强的迹象

2018亮度工作：小碰撞系统中 喷注产生特性

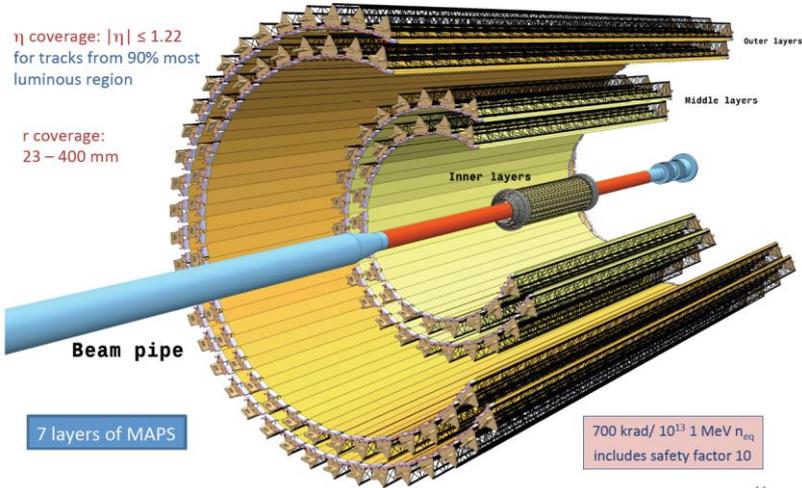


ALI-PREL-306699

ALI-PREL-306703

- 高多重事例中喷注产额更大，但喷注谱的形状几乎相同
- 喷注形状也几乎不依赖于事例多重数

参与ALICE升级探测器研制的状况

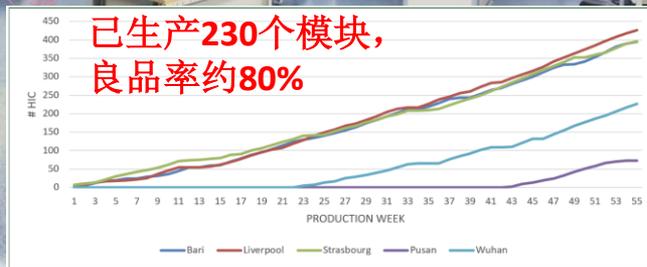
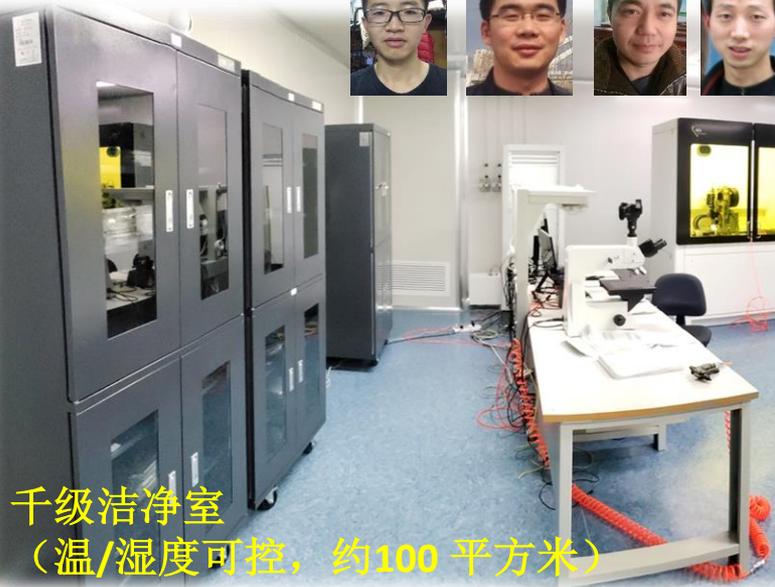


11

- 参与ITS硅像素芯片设计: (1) 芯片读出结构; (2) 像素模拟前端电子学改进
- ITS探测器模块建造与测试
 - ✓ 2017年9月份启动预生产
 - ✓ 2018年4月份启动正式生产, 计划于2019年4月完成 (生产率为2 模块/天, 共建造500个模块)



(参与学生与技术员)



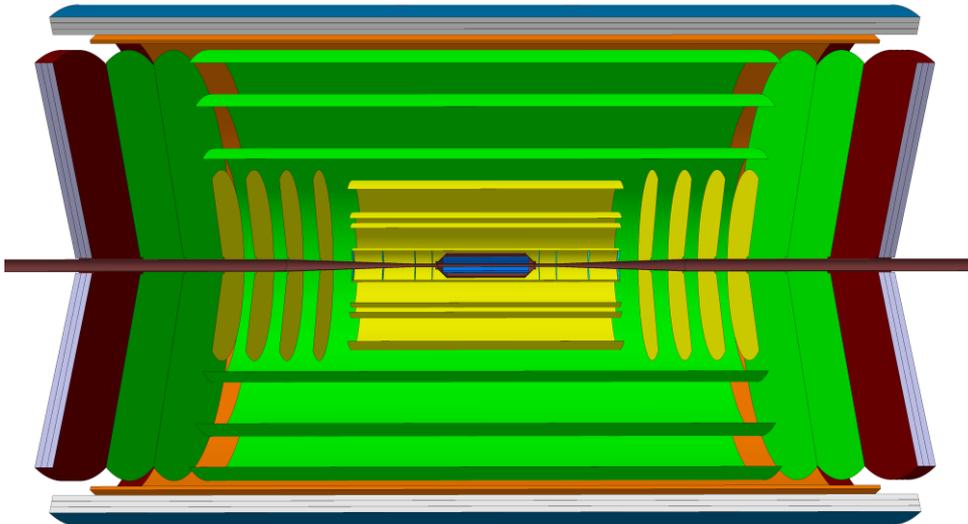
总结

- 物理研究持续取得新进展
 - 发表文章**2**篇，提交待发表文章**2**篇，提交ALICE内部
审理文章**4**篇
- 研究队伍在ALICE合作组中的影响力得到提升
 - 张晓明新任PWG-HF召集人
 - 周铀（任PWG-CF召集人）已经加入华中师范大学
- 承担的硅像素探测器研制任务进展顺利
- 物理研究经费有望得到落实

展望2019

- 基于2018年采集的大统计量的实验数据开展物理研究
- 完成探测器硬件研制任务，参与探测器安装、调试，参与基于O²的分析软件的开发
- 积极参与后续升级工作

Next Generation LHC HI experiment



Fast, ultra-low mass detector in LS4

- large acceptance, fast tracker based on wafer-scale MAPS
- 0.05% X_0 /layer
- PID by TOF in Si layers
- electron and photons: pre-shower detector, converter

ALICE talks at this workshop

• Plenary (3)

- Sat 8:54 裴骅 (CCNU) Heavy ion physics experimental overview
- Sat 9:18 张一飞(USTC) Heavy flavor physics in heavy ion collisions
- Sat 12:00 王亚平(CCNU) ALICE Detector Upgrade

• Parallel (7) - HI,QCD,Upgrade

- Thu 14:15 张祖满(CCNU) Measurements of heavy-flavour decay leptons in Pb-Pb and Xe-Xe collisions with ALICE at the LHC
- Thu 14:30 彭忻焯(CCNU) Non-strange and strange D-meson and charm-baryon production in heavy-ion collisions measured with ALICE at the LHC
- Thu 15:15 侯永珍(CCNU) Measurements of charged jet production and modification in ALICE
- Thu 16:45 朱亚(CCNU) Anisotropic flow of identified particles in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 5.02$ TeV with ALICE
- Fri 15:00 张彪(CCNU) ALICE ITS upgrade and CCNU effort
- Fri 14:45 崔捧瑶(CCNU) Production of strange particles in jets and the underlying event in pp collisions at $\sqrt{s}=13\sim 14$ TeV with ALICE at the LHC
- Fri 15:30 丁燕春(CCNU) Quarkonium production as a function of charged particles multiplicity in pp collisions measured by ALICE at the LHC



谢谢!