喷注淬火的尺寸依赖性研究



2025年4月27日



第二十届全国中高能核物理大会暨第十四届全国中高能核物理专题研讨会 シネズス(青岛)











合作者: 何杨, 张思婕, 刘通, 马荣荣, 曹杉杉, 易立, Helen Caines

SHANDONG UNIVERSITY, QINGDAO





● 喷注: 高能的夸克或胶子碎裂产生的一束准直粒子。 ● 喷注淬火:喷注与QGP发生相互作用而损失能量。

来源:BNL news



size 系统尺 (System













 $^{197}_{79}Au + ^{197}_{79}Au @ 200 GeV$

 $^{96}_{40}Zr + ^{96}_{40}Zr / ^{96}_{44}Ru + ^{96}_{44}Ru @ 200GeV$

喷注淬火的临界能量? **Critical energy for jet quenching?**

 ${}^{16}_{8}O + {}^{16}_{8}O @ 200 GeV$







 $p + \frac{197}{79} Au@200GeV$

喷注淬火的研究现状













2024/4/27





单举强子/喷注

• 单举强子RAA, RCP

高横动量强子作为早期高能部分子的估计,携带部分喷注的能量信息。



• 单举喷注 RAA, RCP

碰撞早期部分子硬散射的动力学信息(可以被微扰QCD理论直接描述)

Quark soup

2024/4/27





单举强子/喷注

• 单举强子RAA, RCP

高横动量强子作为早期高能部分子的估计,携带部分喷注的能量信息。



• 单举喷注 RAA, RCP

碰撞早期部分子硬散射的动力学信息(可以被微扰QCD理论直接描述)

2024/4/27

高横动量触发粒子反冲方向(背向)的喷注产额







 $^{96}_{40}Zr + ^{96}_{40}Zr / ^{96}_{44}Ru + ^{96}_{44}Ru @ 200GeV$



在高横动量区域, R_{AA} < 1, R_{CP} < 1, 喷注淬火的直接信号。

同质异位素中强子RAA, RCP VS. PT









 $^{96}_{40}Zr + ^{96}_{40}Zr / ^{96}_{44}Ru + ^{96}_{44}Ru @ 200GeV$



● Icp < 1, 喷注淬火的直接信号。

● Icp随着横动量增加而上升,在高横动量区域大于1?

同质异位素中 Icp vs. pr

$\mathbf{R}=\mathbf{0.5}$





何杨在HP2023口头汇报了初步结果



recoil

jet







2024/4/27







 $^{16}_{8}O + ^{16}_{8}O @ 200GeV$



• $p_T > 7 \text{GeV } 0.10\% \Rightarrow R_{AA} \sim 1_{\circ}$ ● 0-10%/60-80%的R_{cp} < 1。



 ${}^{16}_{8}O + {}^{16}_{8}O @ 200 GeV$



氧核-氧核中强子和喷注Rcp vs. pr

聂茂武 (maowu.nie@sdu.edu.cn)



 $^{16}_{8}O + ^{16}_{8}O @ 200GeV$



氧核-氧核中强子和喷注Rcp vs. pr



● 单举强子和喷注的Rcp给出了一致的趋势, 0-10%/60-80%的R_{cp} < 1。



考察半单举强子-喷注测 量,消除Ncoll的模型依赖。

聂茂武 (maowu.nie@sdu.edu.cn)







● Icp < 1, 明显的产额压低, 喷注淬火效应?

氧核-氧核中 Icpvs. pr





张思婕在QM2025口头汇报该结果



18

聂茂武 (maowu.nie@sdu.edu.cn)







多维喷注实验观测量结果应该相互自治。

$R_{AA} \sim 1$ **R**_{CP} < 1

R_{CP} < 1

I_{CP} < 1





STAR, Phys. Rev. C 110, 044908 (2024)





中心碰撞(high EA), 中间快度无法重建喷 注事例



检查tigger side的喷注产额, 确认是否存在类似的反关联

聂茂武 (maowu.nie@sdu.edu.cn)



P.J. Li et al, Phys. Rev. Lett. 131, 212501 (2023)



D. Behera et al, Phys. Rev. C 109, 014902 (2024)

O+O中的核结构会导致Ncoll估 计变大,进而影响最终结果。

引入核结构重新估计Ncoll

2024/4/27

边缘碰撞(low EA), 中间快度可以重建喷 注事例

$EA 与 Q^2 反关联$

D. Perepelitsa, Phys. Rev. C 110, L011901 (2024)



• One compelling explanation: **proton** color fluctuations



Color fluctuation模型在 0+0中贡献有多大? 其他效应...







2024/4/27







2024/4/27

聂茂武 (maowu.nie@sdu.edu.cn)

总结和展望







碰撞能量 $\sqrt{s_{NN}}$

联系方式: 聂茂武 maowu.nie@sdu.edu.cn 易<u>立 li.yi@sdu.edu.cn</u>

聂茂武 (maowu.nie@sdu.edu.cn)

证实

2024/4/27

总结和展望

• 没有观测到喷注淬火效应, Rcp, Icp 压低都是 由"其他效应"导致的。

● LHC能区的氧核-氧核结果?

● 观测到喷注淬火效应

• O+O系统将提供喷注淬火的关键系统尺寸信息。

● O+O中的研究经验可以推广到p+A系统中,用于 寻找小系统中喷注淬火信号。

期待与国内理论实验同行碰撞出更多想法。



















Icp: Isobar vs. O+O











喷注间的角度关联 $\Delta \varphi$ 分布

喷注的多维观测量

Y. He, M. Zhang, MWN, S. Cao and L. Yi, Phys. Rev. C 110 (2024) 034902

研究喷注淬火的系统大小依赖 探寻不同喷注观测量对系统尺度的敏感性

Icp: jet R dependence

