
原子核深层结构研究获突破

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35948.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

原子核深层结构研究获突破。华南师范大学核物理与核技术全国重点实验室教授叶早晨、研究员杨帅团队携手美国莱斯大学，依托欧洲大型强子对撞机上CMS国际合作实验，在原子核深层结构与胶子饱和现象研究领域斩获重要成果。相关成果近日发表于《物理评论快报》，并获选编辑推荐。

在自然界里，夸克和胶子是构成质子、中子以及所有可见物质的基本粒子，其中胶子起着将夸克紧密结合的关键作用。深入揭示它们在极端条件下的分布规律，对于理解强相互作用的本质以及宇宙早期的演化进程而言，是极为重要的科学问题。

量子色动力学作出预言：在小动量分数（ x ）区域，胶子密度会因级联劈裂而快速上升；当 x 更小时，致密胶子系统中的非线性融合效应可能会抑制其无限增长，促使劈裂与融合达到动态平衡，进而形成一种被称为胶子饱和的奇特现象。然而，截至目前，这一现象确切的形成条件以及显著特征，仍缺乏直接的实验验证。

高能超周边重离子碰撞中的光致矢量介子产生，是探测小 x 区域核内胶子结构的关键途径。此过程分为两类：一是非相干过程，即光子与单个核子相互作用，又可细分为弹性（核子保持完整）和解离（核子碎裂）两种情况，所产生的矢量介子具有较高的横动量，对核子尺度上的胶子空间分布及量子涨落极为敏感；二是相干过程，对应光子与整个原子核的集体作用，产物横动量极低，反映的是核尺度上胶子的平均分布。不过，在同种重核高能超周边重离子碰撞中，光子与胶子的来源在实验上难以区分，这一难题长期制约着对极小 x 区域胶子结构的研究。

针对这一挑战，研究团队提出并实施了一种创新的解耦方法：通过分析非相干 J/ψ 与前向中子的快度关联，并结合库仑激发导致的前向中子多重数分布，首次在非相干 J/ψ 产生过程中成功分离出不同能量光子-胶子相互作用的贡献。

研究表明，非相干与相干过程中 J/ψ 产生截面均呈现出饱和趋势，但非相干过程的核压低效应明显更强，且在 $x < 10^{-4}$ 时趋于稳定。这一结果与该团队在2023年底发表于《物理评论快报》的相干测量工作相互呼应。进一步分析发现，非相干与相干截面比值几乎不随能量变化，与考虑量子涨落的色玻璃凝聚模型预言相符。不过，在单独比较时，两者的核压低效应与理论仍存在显著差异，对相关理论的发展提出了新的挑战。

该成果意义重大，不仅为揭示小 x 区域的非线性演化机制、验证胶子饱和这一量子色动力学关键预言提供了重要的实验依据，也为未来电子离子对撞机的科学探索筑牢了坚实基础。（来源：中国科学报 朱汉斌）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/w9kp-f8xr>

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.131.262301>

作者：叶早晨等 来源：《物理评论快报》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发