

---

# 研究确定核子引力形状因子

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34835.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！**

## 研究确定核子引力形状因子

。近日，中国科学院理论物理研究所助理研究员曹雄辉和研究员郭奉坤，联合四川大学助理研究员李衢智和湖南大学教授姚德良，利用模型无关的方法，精确确定了真实世界中核子的引力形状因子。

核子包括质子和中子。它们组成了各种各样的原子核，提供了宇宙中可见物质的大部分质量。物理学家以电子为探针去“轰击”质子，观测到质子并非基本的点粒子。其电荷具有一定的空间分布，拥有非零的“电荷半径”。但是，质子或核子的“质量半径”及其内部的质量和应力分布尚不清楚。

该研究采用色散关系这一数学工具，构建了联结低能强子散射实验数据与引力形状因子理论结果的桥梁。研究通过两个介子在能量较低的区间的散射数据，结合量子场论的基本原理，得到介子的引力形状因子。这些结果是分析核子引力形状因子的关键输入。在完成对介子引力形状因子的精确描述后，研究将核子的引力结构与介子-核子散射的交叉过程联系起来，结合高精度Roy-Steiner方程的结果，确保整个理论框架遵守解析性和么正性的要求，且与低能区的散射实验数据吻合。这使得科研人员得到核子引力形状因子的模型无关的精确结果，消除了以往结果或依赖于模型或不对应真实物理情况的弊端。

此外，除电荷、质量、自旋和磁矩等基本性质外，核子及其他微观粒子还具有被称为D-项的性质。近年来，随着计算技术发展，物理学家通过格点QCD方法取得了一些在非物理夸克质量下的结果，但这些结果未覆盖真实物理世界的参数空间。该研究填补了这一空白，将D-

项的值确定为  $D = -3.38^{+0.34}_{-0.36}$ ，误差仅为10%。

进一步，计算表明，由QCD能动量张量迹的空间分布定义的均方根半径，也就是核子的标量半径为  $0.97 \pm 0.03$  飞米，大于质子的电荷半径。这提供了新的核子内部视图，不再是夸克和胶子完全混杂一团，而是正反夸克活动的空间被一个范围更大的胶子云所笼罩。同时，研究显示，描述

质量在核子内部空间分布的质量半径为  $0.70^{+0.03}_{-0.04}$

飞米。研究比较不同的半径发现，核子的标量半径是已知强相互作用相关的多种核子内部分布的半径中最大的一种，因而标量半径可以被看做强相互作用的色禁闭半径。

相关研究成果发表在《自然-通讯》（Nature Communications）

---

)上。研究工作得到国家自然科学基金、中国博士后科学基金、中国科学院相关项目等的支持。

[论文链接](#)

研究团队单位：理论物理研究所

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](#)转发