
轻夸克希格斯相互作用研究取得新进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40448.html>

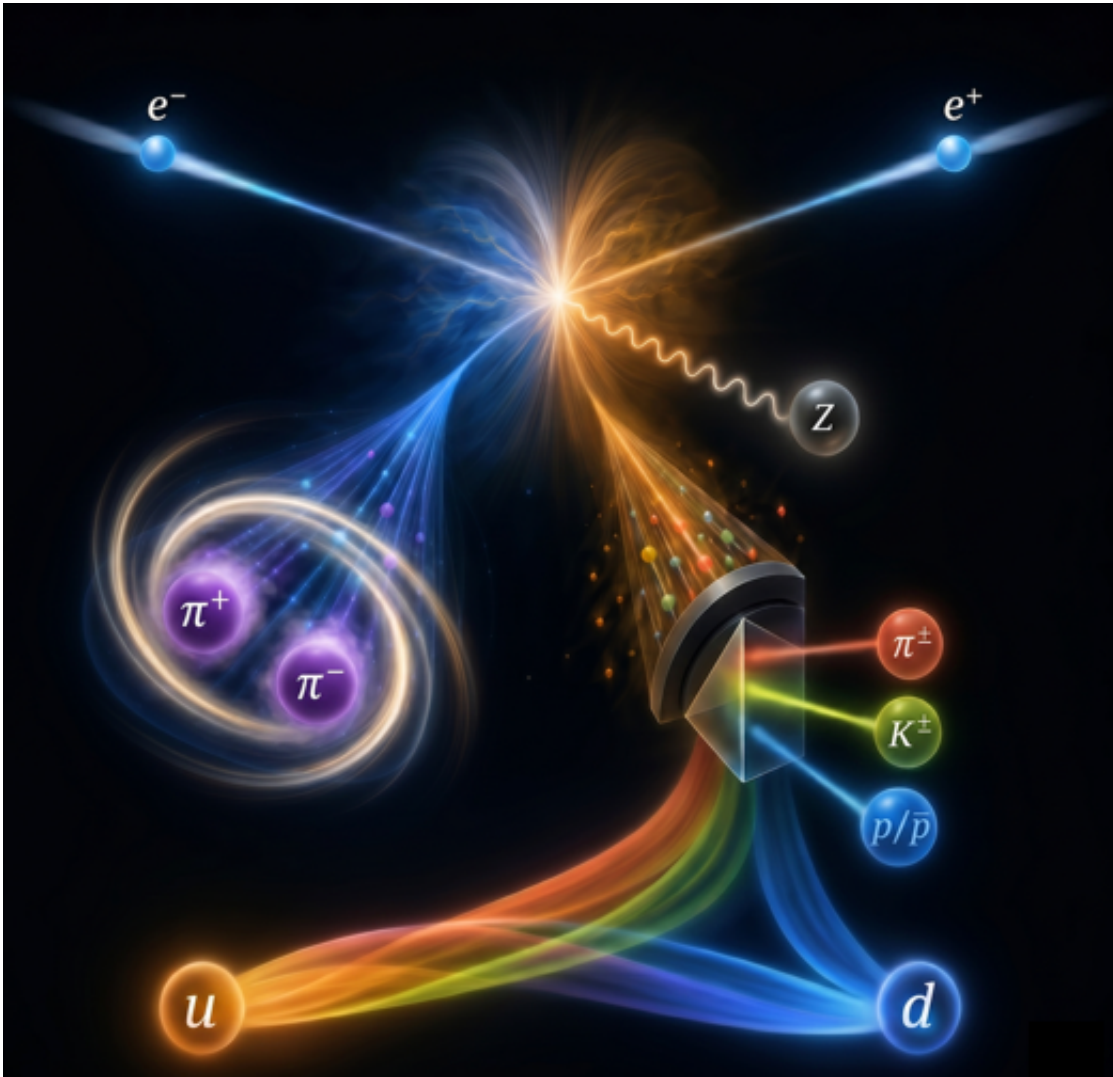
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国科学院高能物理研究所岩斌副研究员团队与北京大学曹庆宏教授团队在探索基本粒子质量起源的研究中取得重要进展。研究团队首次提出利用未来轻子对撞机中的双强子碎裂过程探测轻夸克与希格斯粒子之间极其微弱的相互作用，并实现对上下夸克贡献的区分，为检验希格斯机制提供了全新的研究思路。相关成果于6月9日发表在国际权威期刊《物理评论快报》（Phys. Rev. Lett. 136 (2026) 231901）。

质子和中子的质量仅相差约千分之一，但正是这一微小差异，使得早期宇宙中的核合成得以发生，并深刻影响元素形成、恒星演化以及太阳持续发光。近年来，格点量子色动力学的第一性原理计算表明，这一质量差异的重要来源之一是上下夸克质量的不同，而夸克质量最终来源于它们与希格斯场之间的汤川相互作用。因此，精确测量上夸克和下夸克的汤川耦合，不仅关系到希格斯机制的实验检验，也关系到我们对可见物质质量起源的理解。

然而，上夸克和下夸克与希格斯粒子的相互作用极其微弱，其汤川耦合强度仅为十万分之一量级。长期以来，这类相互作用一直被认为超出了现有和可预见对撞机实验的探测能力，因此轻夸克汤川耦合的测量始终是标准模型精确检验中长期缺失的重要一环。

传统研究主要通过希格斯粒子的产生和衰变来探测轻夸克汤川耦合，相关信号强度与耦合的平方成正比，因此对微弱耦合的灵敏度十分有限。针对这一问题，研究团队提出了一种全新的探测方案。该方法利用量子干涉效应，使观测信号直接与汤川耦合本身成正比，从而显著提高对轻夸克汤川耦合的探测能力。研究发现，希格斯相互作用会在产生的夸克上留下特殊的自旋信息。虽然夸克无法被直接观测，但这些信息会保存在夸克最终形成的强子分布之中。通过测量双强子系统的方位角不对称性，研究人员能够提取轻夸克与希格斯粒子之间的微弱相互作用。此外，研究团队创新性地引入了单强子标记方法，在双强子之外额外识别 π 介子、K介子或质子，从而首次实现了对上下夸克贡献的区分，揭示了轻夸克希格斯相互作用中的味结构信息。相关方案适用于我国提出的环形正负电子对撞机（CEPC）以及其他希格斯工厂，为未来精确测量轻夸克质量起源提供了全新的理论工具。



利用双强子和单强子联合产生过程探测轻夸克汤川相互作用示意图

利用夸克横向极化不对称性探测轻夸克汤川耦合的灵敏度

该论文作者（按姓氏排序）为北京大学曹庆宏教授、高能所/CCAST文新锴博士（通讯作者）、高能所岩斌副研究员（通讯作者）和北京大学张舒涛。该研究得到了国家自然科学基金委、中国科学院以及教育部基础学科和交叉学科突破计划的支持。

论文链接：<https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/p5c7-m43d>

（原标题：寻找质量起源的新线索：轻夸克希格斯相互作用研究取得新进展）

来源：中国科学院高能物理研究所

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](http://www.iikx.com)转发