

BESIII 上轻奇特强子态的研究

Monday, 25 September 2023 19:10 (20 minutes)

量子色动力学 (QCD) 是描述强相互作用的非阿贝尔规范场论。代表相互作用强度的耦合常数与能量标度有关。伴随着能标趋于无穷, 强相互作用的耦合常数 α_s 趋近于 0, 这就是强相互作用在能标的高能区的渐近自由性质。该性质已被实验所证实。因为渐近自由性质, 夸克与胶子在能标的高能区的相互作用很弱, 因此可以引入微扰的方法精确计算。在能标的高能区 (微扰能区), 量子色动力学的预言与实验结果符合的非常好。因此量子色动力学被公认为是描述强相互作用的基本理论。量子色动力学面临的主要问题在能标的低能区 (非微扰能区), 特别是色禁闭问题。色禁闭, 即可探测的参与强相互作用的最小物质结构为强子。由于微扰理论在低能区不适用, 所以无法定量的理解色禁闭。如何从第一原理理解色禁闭成为粒子物理面临的巨大挑战。实验方面, 强子谱学建立了实验观测与 QCD 在非微扰能区有效自由度的联系, 对于发展唯象模型和研究非微扰 QCD 理论有重要意义。量子色动力学允许超出夸克模型的粒子存在, 这类粒子被称为奇特强子态。强子谱学的主要问题之一就是寻找奇特强子态, 奇特强子态的寻找和研究是定量检验非微扰能区强相互作用理论和理解色禁闭的重要途径。胶球与混杂态是体现胶子自由度的奇特强子态。 $\eta\eta'$ 辐射衰变是丰胶子过程, 预期胶球与混杂态会大量产生, 因此是实验上寻找胶球与混杂态的理想场所。

基于 BESIII 实验收集的 $(10.09 \pm 0.04) \times 10^9$ $\eta\eta'$ 事例, 我们对 $\eta\eta' \rightarrow \eta\eta'$ 过程做了分波分析。我们首次观测到一个同位旋标量且 J^{PC} 为奇特量子数 1^{--} 的粒子, $\eta(1855)$ 。 $\eta(1855)$ 测得的质量为 $(1855 \pm 9 - 1 + 6)$ MeV/ $\eta(2)$, 宽度为 $(188 \pm 18 - 8 + 3)$ MeV, 其中第一项误差为统计误差, 第二项误差为系统误差。质量与 LQCD 对 1^{--} 混杂态的计算结果一致。 $\eta(1855)$ 的统计显著性高于 19 σ , 测量得到的分支比为 $\mathcal{B}(\eta\eta' \rightarrow \eta\eta')/\mathcal{B}(\eta\eta' \rightarrow \eta\eta') = (2.70 \pm 0.41 - 0.35 + 0.16) \times 10^{-6}$ 。 $\eta(1855)$ 是轻奇特强子态研究的一个重要发现, 同位旋标量的 1^{--} 粒子 $\eta(1855)$ 与同位旋矢量的 1^{--} 粒子 $\eta(1600)$ 一起为建立 1^{--} 混杂态九重态提供了重要信息。此外, 基于 BESIII 实验收集的 $(10.09 \pm 0.04) \times 10^9$ $\eta\eta'$ 事例, 我们对 $\eta\eta' \rightarrow \gamma\eta\eta'\pi\pi$ 过程做了分波分析, 寻找 $\eta(1855)$ 新的衰变模式, 以帮助我们进一步了解 $\eta(1855)$ 的性质。

Primary author: MA, Runqiu (IHEP)

Presenter: MA, Runqiu (IHEP)

Session Classification: 粒子物理 1 组