

[\(../index.htm\)](#)[首页 \(../index.htm\)](#) | [概况 \(../gk/wlxjj.htm\)](#) | [人员 \(../ry/jsfc/gk.htm\)](#) | [科学研究 \(../kxyj/gk.htm\)](#) | [本科生 \(../bks1.htm\)](#)[研究生 \(../yjs1.htm\)](#) | [招聘信息 \(../zpxx.htm\)](#) | [新闻与活动 \(../xwyhd/dfafasd.htm\)](#) | [党团学工 \(../dtxg1/a2022.htm\)](#)[复系40周年 \(https://www.phys.tsinghua.edu.cn/xqwz\)](https://www.phys.tsinghua.edu.cn/xqwz)[首页 \(../index.htm\)](#) > [新闻与活动 \(../xwyhd/dfafasd.htm\)](#) > [科研进展 \(../xwyhd/dfafasd.htm\)](#) > [2022年 \(../xwyhd/dfafasd/a2022n.htm\)](#)

2022年

ATLAS发现可能的全粲四夸克态——陈新课题组在寻找四夸克态的研究中取得进展

2022-07-08 点击: 79

在1960年代，物理学家Gell-Mann和Zweig独立提出了被称为夸克的亚原子粒子的存在。他们的模型成功地将拥有强相互作用的粒子——强子——描述为由两个或三个夸克组成。同时，理论家还预言了存在超过三个夸克的奇异强子，其性质与描述常规强子的夸克模型不同。

2003年Belle实验发现的X(3872)四夸克态是第一个被观察到的这种奇异强子态。接着有一系列四夸克候选粒子被几个实验陆续观察到。由于强子的性质很难预测，对奇异强子的研究和探测能够使物理学家对低能量尺度的强相互作用力获得新的认识。

2020年，LHCb在一对J/ψ衰变到四缪子末态的研究中观测到了一个质量约为6.9 GeV的可能的四夸克态。J/ψ是由一个粲夸克和一个粲反夸克组成的介子。该四夸克态称为X(6900)，是一种可能由两个粲夸克和两个粲反夸克束缚在一起组成的奇异强子。X(6900)在质谱中显示为一个窄峰，旁边是一个性质仍不清楚的宽结构。这种结构可能与其他尚未研究过的衰变通道，如J/ψ+ψ(2S)，有关。ψ(2S)是一种处于激发态的J/ψ介子。这些全重四夸克（即具有重的底夸克或粲夸克）的优点是针对它们的理论计算相对简单，从而便于与实验进行比较。

在ICHEP 2022国际高能物理大会上报告的一项新分析中，ATLAS物理学家发现了四粲夸克（也称为“双粲偶素”）事例超出的证据。在该分析中，研究人员利用全部Run-2数据研究了末态为四个缪子、通过双J/ψ和J/ψ+ψ(2S)两个道衰变的事例。

这一结果得益于ATLAS出色的缪子鉴别系统及其专门的B强子事例选择系统。它使研究人员能够梳理大量的低动量数据，选出具有高纯度的四缪子信号事例进行物理分析。物理学家使用两对具有相反电荷的双缪子重建了双粲偶素，这些缪子的内层轨迹起源于一个共同的顶点。为了获得最佳质量分辨率，研究人员在拟合中对双缪子的质量进行了限定。研究人员还结合使用蒙特卡罗模拟和数据驱动的方法来估计各种背景过程。

ATLAS在双J/ψ质谱中发现数据明显超过总背景（见图1）。与LHCb类似，我们可以看到一个X(6900)质量峰和接近阈值处的一个宽结构。此超出的显著度远高于宣称发现所需的5个标准偏差。相互间存在干涉的三共振态模型可以很好地描述数据分布。在J/ψ+ψ(2S)道中也可以看到两个显著总度为4.6个标准偏差的结构。其中一个可能与双J/ψ道中发现的X(6900)有关，另一个共振峰质量约为7.2 GeV。研究人员还测试了具有较宽自然宽度的单一结构的可能性。

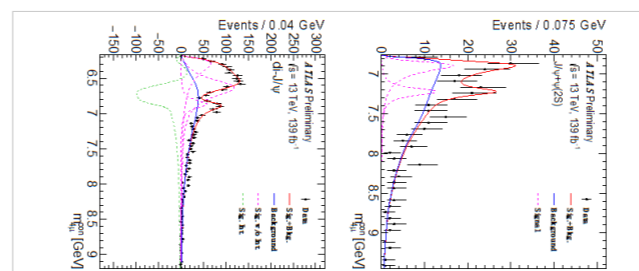


图 1: 在拟合信号区双 J/ψ 道 (左图) 和 $J/\psi+\psi(2S)$ 道 (右图) 中的质量谱。图中展示了双 J/ψ 道($J/\psi+\psi(2S)$ 道)中具有相互干涉的三共振态模型 (阈结构加独立共振态模型) 的一个特定拟合结果。紫红色 (绿色) 虚线表示各个共振峰 (它们之间的干涉) 的分布。

我们还需要更多数据来了解这些峰和结构的性质。例如, 其它共振态可能对这个宽结构有贡献。如果 $J/\psi+\psi(2S)$ 道中的信号被完全确认, 它下馈到双 J/ψ 道的过程也应该对阈结构有所贡献。即将到来的LHC Run 3的数据将使物理学家能够更好地研究这些共振态的有趣特性。

注: 清华大学物理系陈新课题组主导了该项物理分析的结果, 物理系研究生许悦、逢昊、夏明明等人做出了突出的贡献。该结果得到了科技部重点研发计划、清华大学自主科研计划等经费资助。成果以国际会议论文形式公布于:

<https://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/PHYSICS/CONFNOTES/ATLAS-CONF-2022-040/> (<https://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/PHYSICS/CONFNOTES/ATLAS-CONF-2022-040/>).

该成果也同时发布于ATLAS成果简报:

<https://atlas.cern/Updates/Briefing/Charm-Tetraquark> (<https://atlas.cern/Updates/Briefing/Charm-Tetraquark>).

上一条: 物理系段文晖研究组计算出过渡金属硫化物中谷极化的极限 (5212.htm)

下一条: 实验物理教学中心在磁场屏蔽领域取得重要进展 (5208.htm)