理论物理所在有效场论散射振幅研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/12893.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，中国科学院理论物理研究所研究员舒菁，博士后肖明磊、蒋民源和博士研究生郑煜辉在有效理论的圈图阶散射振幅计算理论方面取得了重要进展。研究从时空的庞加莱对称性出发定义了任意数量粒子散射的接触振幅的总角动量，并以此确定了有效算符对相关过程贡献的角动量选择定则。该选择定则被一系列标准模型有效理论的6维算符相关圈图计算所证实，并可以对8维或更高维算符的相关圈图计算给出准确预言。

由于粒子物理标准模型与实验的良好符合，为解释暗物质、中微子质量、强CP问题等超出标准模型的现象，必须借助有效场论刻画新物理在对撞机能标下的效应。对于粒子散射过程，有效场论中的高维算符提供了新的接触项贡献，以这些接触项作为理论输入的散射振幅计算将成为粒子物理唯象学的重要计算工具。传统的基于费曼规则的振幅计算有规范冗余的问题，因此近年来基于在壳振幅的递推关系的计算方法逐渐发展壮大。科研人员正是基于在壳振幅的逻辑，证明了有效算符的接触项作为在壳振幅递推的初始条件，具有确定的基于时空庞加莱对称性的协变角动量。该发现对于有效场论参数空间的研究、树图及圈图的散射振幅计算都有很强的指导作用。

作为应用，科研人员展示了角动量守恒导致的圈图振幅的选择定则。当一个有效算符的接触项贡献到一个圈图时，存在一个幺正切割（unitarity cut）的关系，即当圈图内线处于在壳动量时，该振幅分解为多个在壳分振幅（subamplitude）的乘积。此时，有效算符所在的分振幅所具有确定的角动量，决定了整个圈图贡献在特定散射道下的总角动量。这个原理直接导致两类选择定则：当计算有效算符的反常量纲矩阵时，如果两个有效算符在相应散射道中的角动量不匹配，则该矩阵元必须为0；当圈图振幅在某散射道下的角动量被末态所限制时，角动量不匹配的有效算符对该散射道的贡献必须为0，且不存在所谓的有理项（rational term）。特别地，一个散射末态对角动量有如下两种限制，分别是朗道-杨定理的推广：当末态由两个螺旋度不同的无质量粒子组成时，总角动量不低于它们螺旋度之差的绝对值；当末态由两个全同粒子组成时，它们的总角动量的奇偶性由其量子统计性质决定。这些选择定则均由标准模型有效场论中的具体计算佐证，是有效场论相关计算的创新突破，并且验证了在壳振幅方法的优越性。

相关研究成果发表在*Physical Review Letters*上。研究工作得到国家自然科学基金重大项目、国家杰出青年科学基金、理论物理所“彭桓武理论物理创新研究中心”和中科院战略性先导科技专项（B类）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