含长程力的有效力程展开研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/34369.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！

含长程力的有效力程展开研究获进展。

有效力程展开是描述两个粒子低能散射行为的理论工具。有效力程展开的核心思想是将散射振幅的倒数在粒子阈值附近展开为相对动量模方的幂级数，通过散射长度、有效力程等参数刻画低能相互作用。然而，当两个粒子间存在由交换轻粒子引起的长程相互作用时，会在复能量平面上产生一个靠近两粒子阈值的左手割线。这压缩了传统有效力程展开的收敛半径，阻碍了在实验或格点量子色动力学数据中精确抽取低能散射可观测量和近阈值共振态的极点位置。

近日，中国科学院理论物理研究所研究员郭奉坤与电子科技大学教授杜孟林等合作，针对上述理论瓶颈取得了进展。团队发展了全新的散射振幅参数化方法，将长程力导致的左手割线解析地纳入理论框架。这一方法基于N/D色散关系，其核心在于将散射振幅表示为分子分母函数的商。其中，分母函数仅包含由幺正性要求的右手割线，分子函数包含描述左手割线的非解析项。研究得到的参数化形式可视为对传统有效力程展开的自然推广。当不存在长程力时，新方法自动退化为标准有效力程展开。该方法形式上类似于Padé展开。新方法的优势在于其高效性与普适性，特别是其简洁的[0,1]阶展开形式。

研究发现，仅需三个参数，即可在包含左手割线影响下，高精度地再现低能散射行为。研究以DD*系统为例，利用新方法复现了通过求解复杂Lippmann-Schwinger方程得到的散射相移和振幅虚部。新方法精确捕捉到相移的变化，并正确描述了在左手割线支点附近出现的振幅零点。该零点现象源于短程相互作用与长程π介子交换之间的共同作用。同时，该参数化提供了新途径，使得在拟合实验或格点数据后，能够直接提取交换粒子与散射粒子间的耦合常数，这是理解相互作用微观机制的关键。

上述研究解决了传统有效力程展开在长程力存在时适用范围受限问题，为抽取近阈值共振态的极点位置提供了新工具。当前，在格点量子色动力学研究中，对于受左手割线影响的系统，应用这一新方法有望提升极点抽取的准确性。同时，新方法的理论形式具有普适性，适用于粒子物理、核物理、冷原子物理及某些暗物质模型等存在汤川型长程相互作用的系统，并为这些领域研究低能散射动力学提供了统一的分析框架。

相关研究成果发表在《物理评论快报》（*Physical Review Letters*）上。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国科学院相关项目的支持。

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