

非厄米玻色哈伯德模型的严格求解研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/26613.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，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心凝聚态理论与材料计算重点实验室T01组研究人员等，在非厄米多体系统的严格解研究领域取得进展。在量子反散射方法的框架下，该研究成功构建并严格求解了单向跳跃的玻色哈伯德模型，利用该模型的解析结果探讨了可积非厄米玻色哈伯德模型中的超流-莫特相变和多体非厄米趋肤效应。

多体可积模型如一维海森堡自旋链、Yang-Gaudin模型和一维哈伯德模型等，对于推进量子多体系统理论和方法学的发展，发挥了重要作用。尽管Lieb和Wu在1968年严格求解了一维费米哈伯德模型，但人们在求解对应一维玻色哈伯德模型时却遇到困难。在20世纪80年代，人们意识到一维的玻色哈伯德模型并不是一个可积模型，不能在Bethe-ansatz的框架下被严格求解。该模型作为理解超流-莫特相变的基本模型，已经被各种数值和理论方法广泛研究，但一直缺乏解析解。近年来，非厄米系统受到关注。在非厄米体系中发现的一些新效应，如非厄米趋肤效应和标度不变的非厄米局域，展现了与厄米体系不同的新奇性质，激发了对非厄米系统研究的热情。目前，研究集中在无相互作用的非厄米体系上，对非厄米多体系统的系统性研究相对不足。对非厄米可积多体系统的精确解能够为理解由非厄米性和相互作用引起的新奇现象提供重要基准。现有研究大多是通过将现有可积多体模型的参数或边界条件进行复数延拓来完成的，这种做法属于对已知量子可积模型进行复数化的推广，并未给出新的可积模型。

该团队从Yang-Baxter方程出发，在量子反散射方法的框架下成功构建了严格可积的单向跳跃玻色哈伯德模型。该模型属于玻色哈伯德模型的一个特殊非厄米极限，即只保留单向跳跃项的极限。鉴于对应的玻色哈伯德模型并不可积，该模型是一个全新的非厄米多体可积模型。通过代数Bethe-ansatz方法，研究团队得到了单向跳跃的玻色哈伯德模型的严格解。通过对模型解的分析，团队发现尽管模型的能谱出现复数，系统的基态始终是实数。通过调整相互作用强度，研究揭示了在整数填充条件下系统存在超流-莫特相变，并进一步指出相变点的位置可以通过Bethe根奇异点和基态能量奇异点来精确确定。此外，基于解析给出的精确本征态，该团队展示了即使在相互作用存在的情况下，非厄米趋肤效应仍然存在。而在热力学极限下，对于莫特态而言，这种效应会被完全抑制。

这一成果为理解非厄米和多体相互作用之间的相互影响奠定了基础。这些严格解的结果可以作为验证各种处理非厄米多体系统数值方法的试金石。鉴于冷原子系统良好的操控性，非厄米玻色哈伯德模型原则上可以在光晶格系统中被实现。对非厄米玻色哈伯德模型的严格求解能为相关实验模拟提供理论支持和借鉴。

相关成果发表在《物理评论快报》上。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金和中国科学院战略性先导科技专项等的支持。

[论文链接](#)

研究团队单位：物理研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](#)转发