
《科学》：格点规范场理论热化问题得解

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19235.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！

《科学》：格点规范场理论热化问题得解。

中国科学技术大学潘建伟院士、苑震生教授等与德国海德堡大学、奥地利因斯布鲁克大学、意大利特伦托大学的相关研究人员合作，使用超冷原子量子模拟器，首次在实验上证实了规范对称性约束下量子多体热化导致的初态信息丢失，取得了利用量子模拟方法求解复杂物理问题的重要进展。北京时间7月15日，该成果发表于《科学》。

从非平衡态过渡到平衡态的热化动力学示意图制图：陈磊 周肇宇 梁琰 苑震生

规范场理论是现代物理学的基础，在粒子物理学、宇宙学以及凝聚态物理学等领域获得广泛应用。

由于其求解复杂度高，规范场理论体系中仍有很多开放问题。其中，规范场理论描述的物理系统是否可以从远离平衡态经过演化达到热平衡，就是一个备受关注并极具挑战的问题。这一问题的解决，有助于人们理解高能物理中重核碰撞的问题，也将为现代宇宙学中大爆炸早期物质的形成提供物理解释。

但使用经典计算机求解复杂的规范场理论是一个公认的难题，量子模拟器为解决这一问题提供了新路径。然而，由于格点规范理论中相互作用形式复杂，并要求物理系统始终处在局域规范对称性约束条件下，这对格点规范场理论热化动力学的实验模拟造成困难，因而还未在实验上实现。

为解决以往的量子模拟器中相干调控的粒子数太少和无法保证规范对称性约束的两个主要问题，中国科大研究团队开发了独特的自旋依赖超晶格、显微镜吸收成像、粒子数分辨探测等量子调控和测量技术，在超冷原子量子模拟器中提出并实现了光晶格中原子的深度制冷，解决了量子模拟器温度过高缺陷过多的问题，实验制备了近百个原子级别的规模化量子模拟器；首次实现了利用大规模量子模拟器对格点规范场理论量子相变过程的实验模拟，验证了过程中的规范不变性。

在此基础上，通过实验和理论结合，团队将系统制备到远离平衡的初态，首次实验研究了规范对称性约束对量子多体系统热化动力学的影响，并且观测到具有相同守恒量的不同初态热化到同一个平衡态的过程，验证了热化过程造成的量子多体系统初态信息的丢失，建立了规范场理论早期非平衡动力学与最终热平衡态之间的联系，在使用规模化的量子模拟器求解复杂物理问题上取得重要进展。

团队将进一步使用量子模拟的方法，研究具有其他群对称性的、更高空间维度的规范场理论模型，研究真空衰变、动态拓扑量子相变等物理难题。

《科学》审稿人认为该研究为超冷原子模拟格点规范场理论这一领域的发展做出了重要贡献代表

了量子模拟研究领域的前沿。（来源：中国科学报王敏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1126/science.abl6277>

版权声明：凡本网注明来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

作者：潘建伟等 来源：《科学》

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](https://www.iikx.com)转发