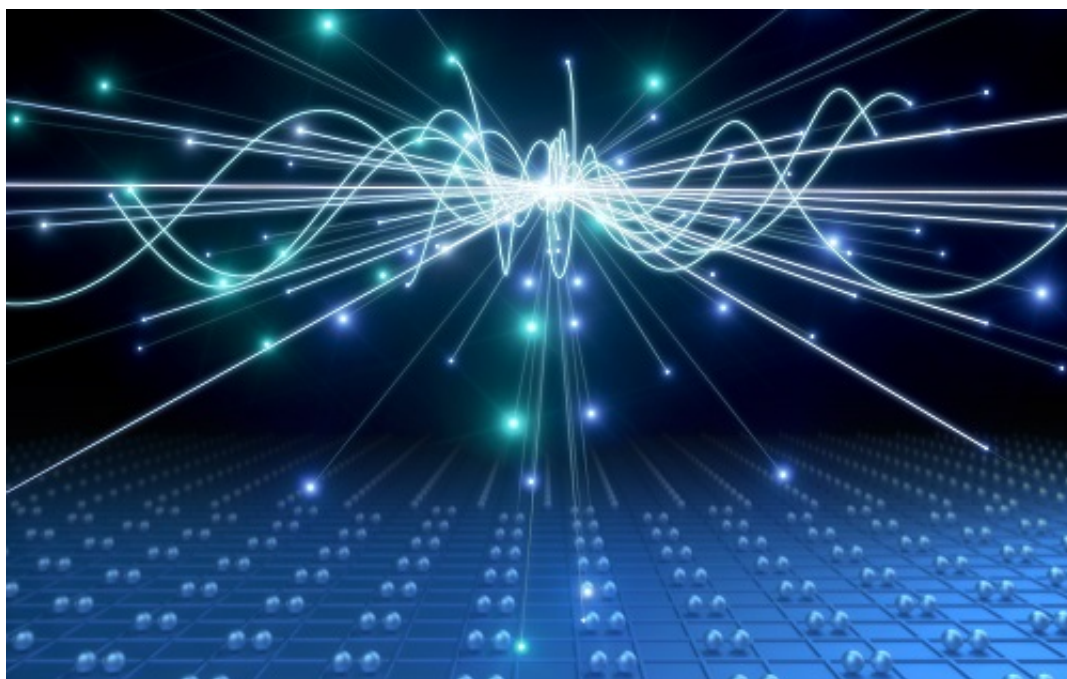

在71个格点的超冷原子量子模拟器中求解施温格方程

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11822.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！



示意图：规范场理论描述基本粒子之间的相互作用、产生和湮灭过程可以用晶格中超冷原子之间的相互作用及其排布模式来模拟。(制图：石千惠、梁琰)

北京时间11月19日，《自然》杂志发表了中国科学技术大学教授潘建伟、苑震生等最新研究进展，在71个格点的超冷原子量子模拟器中求解施温格方程。这一成果成功利用规模化量子计算和量子模拟方法求解了复杂物理问题。

据悉，研究团队同德国、意大利科学家合作，开发了专用的量子计算机——71个格点的超冷原子光晶格量子模拟器，通过精确调控成功模拟量子电动力学方程施温格模型，通过操控束缚在其中的超冷原子，首次模拟了规范场与物质场之间的相互作用和转化，观测到了局域规范不变量，并首次使用微观量子调控手段在量子多体系统中验证了描述电荷与电场关系的高斯定理。

《自然》杂志审稿人高度评价称：这是量子模拟方法研究晶格规范场的一个重要的里程碑。它将受到多个学科领域的关注，从基本粒子、晶格规范场、和量子信息方面的理论学家，到原子分子光学、固态物理领域的实验物理学家；迈出了模拟晶格规范场理论的真正一步：从实现量子模拟器的模块到对特定模型的完全模拟。

规范场理论是现代物理学的根基，如描述基本粒子相互作用的量子电动力学、标准模型等都是满足特定群对称性的规范场理论。但是，各种规范场方程求解的计算复杂度之高，对超级计算机提出挑战，量子计算机被寄予厚望。于是，专用量子计算机——量子模拟器应运而生。但是，在目前国际上对规范场模型的初步量子模拟研究中，要么是体系太小，仅有2~4个粒子，不具备局域规范不变性；要么无法同时产生规范场和物质场，更不能研究这两种场之间的相互作用和转化。因此，此前的研究都无法观测规范场理论最基本的特性——局域规范不变性。

为了解决这一问题，中国科大的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首先实现了对Z₂规范对称性的规范场模型单元哈密顿量的研究，相关成果2017年发表于《自然-物理》。今年6月，他们又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，成果发表于《科学》杂志。此次最新进展在使用规模化量子模拟器求解复杂物理问题的道路上取得了突破性进展。

未来，该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模型，并可推广到远离平衡态的规范场系统，研究真空衰变、与拓扑角度相关的动力学过程等重要物理难题。

此项研究工作得到科技部、国家自然科学基金委、中科院、教育部和安徽省等的支持。（来源：中国科学报陈欢欢）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2910-8>

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：《自然》

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