
科学家首次验证“量子最小作用量原理”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23344.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！

科学家首次验证“量子最小作用量原理”。

近日，华南师范大学物理与电信工程学院教授颜辉/朱诗亮团队在量子物理领域取得重要研究进展：首次实现了量子最小作用量原理的实验验证。相关研究在线发表于《自然—光子学》。温永立、王云飞和田礼漫为论文共同第一作者，颜辉和朱诗亮为共同通讯作者，华南师范大学为论文第一单位。

物理学家的终极梦想是在一张小纸条中写出整个宇宙的秘密，而最小作用量原理可能就是必写的原理之一。颜辉表示，最小作用量原理被科学家看作是物理学，甚至是自然界中最具普适性的基本原理，它具备简洁和统一的科学美学特征，在物理学乃至科学发展史中有着极其重要的地位。

自然界总是以最节省的方式达到它的目的，这就是最小作用量原理的核心思想。然而，物理学界一直未有实验测量出路径积分中的关键物理量——传播子，这使得路径积分的基本概念研究一直停留在理论阶段。此外，因为传播子测量技术的缺失，量子力学中的最小作用量原理一直也未能被实验直接演示或验证。

测量传播子的主要困难在于，传播子是复数，传统的量子测量技术无法直接对其进行测量。颜辉/朱诗亮团队通过借鉴近年来国际上直接测量波函数的方法，设计和构建了传播子的理论测量方案，该方案将传播子的实部和虚部分别对应到实验可观测量，然后重构出传播子。其后，研究团队根据此方案设计并搭建了量子光学实验系统。

实验中，研究团队先通过将单光子的空间模式和偏振模式进行耦合，然后将其输送至渐变折射率光学材料中进行演化，最后用可探测单光子的相机对光子的空间分布进行探测，传播子的实部和虚部最终便可以在不同偏振态光子空间分布图中被分析并重构出来。这个实验中传播子的测量结果与费曼计算的理论结果高度吻合，从而首次在实验中测出了传播子。

在成功测量出传播子之后，研究团队进一步开展通过传播子验证量子力学中的最小作用量原理的研究。由于作用量正比于传播子的相位因子，因此，对测量所得传播子的相位进行分析，通过最小作用量原理，找到传播子相位的极值所在位置，便能得到单光子的经典路径。经过对海量的传播子实验数据进行计算和分析，研究团队成功地得到了单光子在自由空间和谐振势场中的经典路径，这些路径与经典力学理论所预测的路径吻合，从而首次在实验中演示和验证了量子力学中的最小作用量原理，揭示了最小作用量原理在量子力学和经典力学中的统一性。

朱诗亮表示，传播子是费曼路径积分的关键物理量，首次实现传播子的实验测量有重要的科学意

义，打开了实验研究与路径积分相关的量子现象的大门。此外，最小作用量原理是物理学中的普适性原理，在量子系统中实现对其实验的演示可为量子-经典界限、量子力学-广义相对论的交叉等领域的研究提供新的视觉。(来源：中国科学报 朱汉斌)

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41566-023-01212-1>

作者：颜辉等 来源：《自然—光子学》

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