

科学家建立 α 衰变中 α 粒子形成几率的全新模型

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/12662.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！

原子核的 α 衰变是重核和超重核的一种主要衰变模式，在现今超重核的研究以及新元素和新核素的鉴别中发挥重要作用。1928年，Gamov等利用量子力学隧穿效应对其进行了解释，成为当时支持量子力学统计诠释的重要证据。然而，目前科学家们仍不完全清楚 α 粒子在母核中如何形成以及如何准确地计算其形成几率，导致 α 衰变半衰期不能被精确计算。这一难题吸引了很多理论核物理学家的关注。

中国科学院近代物理研究所科研人员及其国内合作者，建立了全新且微观的 α 粒子形成几率模型——多步模型。近日，相关研究成果发表于*Physics Letters B*上。

与以往任何模型的物理图像所不同的是，该模型认为母核首先跃迁到中间态，中间态再跃迁到子核+ $(2n-2p)$ 态，然后两质子和两中子在核表面自发装配形成 α 粒子（如图1所示）。

中间态有各种不同的构型，相应地存在很多形成 α 粒子的通路，最终需要将不同通路的贡献求和。基于初末态波函数的重叠，科研人员推导了子核的形成几率，假定 α 粒子的形成几率与子核的形成几率相同，给出了 α 粒子形成几率 S_α

α 的表达式。在不引入任何可调参数的情况下，科研人员对球形或近球形的Po、Rn、Ra等典型的 α 衰变同位素进行了计算（这些核的 α 衰变分支比几乎为100%，且半衰期均已被实验上准确测量，也不涉及衰变到转动末态的问题，是检验理论模型的最佳对象）。科研人员所使用的方法没有假定 α 粒子预先存在于母核中，也不涉及 α 粒子的波函数或局域化的密度分布，因而与前人提出的壳模型方法或BCS方法有本质不同。

由于实验上不能直接测量 α 形成几率，因而计算结果无法直接与实验比较。为了展示此新方法的合理性，研究人员做了以下探索

：将计算的典型核的 α 形成几率 S_α

α 放入

常用的半衰期

公式进行拟合，发现理论和

实验的平均偏差仅在20%，相比于不引入 S_α

α （平均偏差在200%）有了非常显著的改善；利用实验测量的半衰期结合理论计算的位垒穿透几率来提取形成几率，发现与新模型计算的结果展现出完全一致的趋势（如图2所示）。这些结果均表明了该方法的合理性。

研究人员对若干超重核 α 形成几率进行了计算，结合已有衰变能和半衰期实验数据，分析指出超重核区质子幻数可能出现在 $Z=120$ 。此外，由于 α 形成几率敏感地依赖于对关联，此模型还为提取 $N \approx Z$ 原子核的质子-中子对关联信息提供了一种独特的渠道。

该研究提出了预言重核和超重核 α 衰变性质的新思路，建立了相应的理论模型，对于超重核合成和结构研究均具有重要意义。研究工作得到中科院战略性科技先导专项（B类）、国家自然科学基金、中科院青年创新促进会等的支持。

[论文链接](#)

研究团队单位：近代物理研究所

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