

## 实验室年会青年报告报告人——邵嗣烘



**个人简介：**邵嗣烘，北京大学数学科学学院副教授。先后于2003年7月和2009年1月毕业于北京大学数学科学学院并分别获得理学学士和博士学位。2007年8月至2008年7月被公派到美国北卡罗莱那大学夏洛特分校数学统计系访问学习。2009年2月至2010年8月在香港科技大学的 The Joint KAUST-HKUST Micro/Nanofluidics Laboratory 工作。作为访问学者，先后到访过美国普林斯顿大学、西班牙塞维利亚大学和香港中文大学等。主要在计算量子力学，脑科学，图谱理论和微分方程数值解等领域开展可计算建模、数学分析和算法设计等研究工作，得到国家自然科学基金连续资助：青年科学基金项目（2011），面上项目（2014）和优秀青年科学基金项目（2018）。2019年6月入选北京智源人工智能研究院“智源青年科学家”。曾获中国计算数学学会优秀青年论文一等奖（2005），北京大学学术类创新奖（2005，2006，2008），北京大学优秀博士学位论文三等奖（2011），宝洁教师奖（2015）和北京大学优秀班主任（2013，2017）等。

2019年12月28日，在实验室年会上，做了题为“NP 难，符号问题和维度灾难——第四类数值方法？”的报告。

**摘要：**作为计算数学的主要研究方向，微分方程数值解在近 100 年的发展中取得了巨大的成功，汇成了三大类数值方法：50 年代的差分方法，60 年代的有限元方法和 70 年代的谱方法。这三类方法的收敛性都依赖于解的正则性，而且要达到最优的收敛阶往往需要精心调配网格。当试图用基于网格的方法去求解高维微分方程时就会遇到所谓的维度灾难（curse of dimensionality）。当数据科学和人工智能的热潮涌来时，情况变得更糟糕，因为可能再也没有微分方程可解了，而是需要直接去面对数据，正则性可能无从谈起，高维度更是与生俱来。本次报告将谈谈我们小组在面对上述困境时做的尝试。我们将从 NP 难的图割问题出发说说如何从连续的观点去看离散的问题（包括发展组合问题的临界点理论和求解 NP 难问题的谱方法等），之后以高维相空间内的多体 Wigner 量子动力学模拟为例谈谈如何用随机的观点去看确定的问题进而产生求解高维问题的分枝随机游走算法。其中，我们将展示符号问题（sign problem）的维度灾难（即方差随维度增加指数增长），而符号问题本质上又是 NP 难的。于是，在 P 和 NP 关系不清楚的当下，我们只能试图去寻找缓解符号问题的策略，包括使用驻相逼近（stationary phase approximation）和偏差理论（discrepancy theory）。一句话总结就是我们想去找第四类可能的数值方法来突破困境。

