



清华大学高等研究院

Institute for Advanced Study, Tsinghua University

物理学术报告

Physics Seminars (biweekly)

Title: 超越理想阈值：编码态制备误差和不完美测量下的容错量子计算

Speaker: 刘东 (清华大学物理系)

Time: 4:00 pm, Wednesday, January 14, 2026

Venue: Conference Hall 322, Science Building, Tsinghua University

Abstract

传统的容错量子计算阈值定理指出：只要物理错误率低于某一临界阈值，即可通过量子纠错实现任意规模的可靠量子计算。然而，标准框架依赖若干理想化假设——包括编码态完美初始化、稳定子测量无误且可交换、噪声可简化为独立随机Pauli通道。本报告聚焦编码过程中的制备误差与不完美测量，在非理想器件条件下研究量子编码的错误阈值问题，并探讨当编码空间不完美时，是否仍能维持量子计算的优势。在错误阈值计算方法上，我们提出了基于相对熵的“内禀误差阈值”，可同时刻画噪声与编码偏差的影响，并应用于含制备与测量误差的拓扑码，揭示其对编码空间偏离的高度敏感性。我们还研究在病症测量不完美条件下的魔态蒸馏协议。此外，我们基于平均场分析非对易弱测量模型，揭示测量竞争可诱发纠缠相变与对称性破缺等丰富现象，为理解编码态制备中非对易探测误差的影响提供一些思路。

Bio

刘东，清华大学副教授，毕业于北京大学，2012年在美国杜克大学获得博士学位。现为清华大学长聘副教授，北京量子信息科学研究院兼聘研究员、量子操作系统团队负责人，曾获得海外高层次人才青年项目，长期从事量子计算中噪声问题和拓扑量子计算的理论研究，以及量子操作系统的软件开发。