



量子信息专题 (2026) 简介

张卫平^{1*}, 周正威^{2*}, 苏晓龙^{3*}, 许金时^{2*}

1. 上海交通大学, 上海 200240

2. 中国科学技术大学, 合肥 230026

3. 山西大学, 太原 030006

* 通信作者. E-mail: wpz@sjtu.edu.cn, zwzhou@ustc.edu.cn, suxl@sxu.edu.cn, jsxu@ustc.edu.cn

近年来, 量子信息科学在量子力学与信息科学交叉融合的推动下取得了快速发展, 已成为引领新一轮科技革命的重要前沿领域. 随着量子计算、量子通信、量子网络以及量子精密测量等方向不断取得突破, 量子信息研究正逐步由基础理论探索走向复杂系统构建和实际应用, 在可扩展量子计算、实用化量子通信、量子信息安全以及量子器件表征等方面展现出广阔的发展前景. *SCIENCE CHINA Information Sciences* 持续组织出版“量子信息专题”(Special Topic: Quantum Information), 今年的专题共收录 9 篇文章, 包括 6 篇研究论文 (Research Paper) 和 3 篇快报 (Letter), 内容涵盖量子通信、量子网络、量子计算、量子纠错、量子信息理论、量子密码分析以及量子过程表征等多个方向. 这些工作从基础理论、算法设计到实验实现和系统架构等多个层面, 集中反映了当前量子信息科学围绕可扩展性、可靠性、安全性和实用化等方面的最新研究进展.

在量子通信与量子信息安全方面, 韩正甫教授等的论文 “Polarization self-compensation quantum key distribution system with 5 GHz modulation” 提出了一种基于时分—波分复用和自适应偏振补偿的 5 GHz 高速量子密钥分发系统, 在 50 km 光纤链路上实现了超过 4 Mbps 的安全密钥率和 30 小时以上的稳定运行, 为高速量子密钥分发系统的工程化应用提供了新的技术方案. 陈增兵教授等的论文 “Scalable and highly fault-

tolerant circular quantum Byzantine agreement” 提出了一种具有高容错性和低通信复杂度的环形量子拜占庭协议. 该协议采用半去中心化架构、量子数字签名及环形消息汇聚机制, 有效提升了量子区块链网络的可扩展性和容错能力, 为构建安全、高效的大规模量子网络提供了新的思路. 苏晓龙教授等的论文 “Deterministic distribution of Gaussian entanglement and quantum steering through fiber channels” 实验实现了连续变量高斯纠缠与量子导引在光纤信道中的确定性分发, 显著提升了连续变量纠缠和量子导引的传输距离, 为连续变量量子通信网络的实际部署奠定了实验基础. 高飞教授等的 Letter 文章 “Offline dedicated quantum attacks on block cipher constructions based on two parallel permutation-based pseudorandom functions” 提出了一种针对双并行伪随机函数分组密码结构的离线量子攻击方法, 将专用量子攻击推广至离线场景, 并进一步降低了攻击复杂度, 拓展了离线 Simon 算法在现代密码分析中的应用范围, 为后量子密码体制的安全性评估提供了新的理论工具.

在量子计算方面, 本专题围绕分布式计算、容错量子计算以及量子计算基础设施等关键问题开展了多项研究. 郭国平教授等的论文 “Q-Tag: watermarking quantum circuit generative models” 针对量子线路生成模型提出了首个原生水印框架, 在保证量子线路生成质量的同时实现了鲁棒的知识产权保护, 为人工智能

引用格式: 张卫平, 周正威, 苏晓龙, 等. 量子信息专题 (2026) 简介. 中国科学: 信息科学, 2026, 56: 2201–2202, doi: 10.1360/SSI-2026-0402
Zhang W P, Zhou Z W, Su X L, et al. Special Topic: Quantum Information (2026). *Sci Sin Inform*, 2026, 56: 2201–2202, doi: 10.1360/SSI-2026-0402

驱动的量子线路自动设计提供了知识产权保护的新方案. 郑盛根教授等的论文“Distributed exact quantum amplitude amplification algorithm for arbitrary quantum states”提出了一种适用于任意量子态的分布式精确量子振幅放大算法, 在保持算法精确性的同时显著降低了量子线路深度和门资源消耗, 提高了算法在噪声中等规模量子计算平台上的实现效率和鲁棒性. 劳玲玲教授等的 Letter 文章“The correlated matching decoder for the 4.8.8 color code”提出了一种面向 4.8.8 颜色码的关联匹配译码算法, 通过充分利用不同受限格之间的关联信息, 有效提高了颜色码的译码门限和译码性能, 为大规模容错量子计算提供了更加高效的译码方案.

在量子信息基础理论与系统表征方面, 贺衍教授等的论文“Witnessing nonlocality in quantum networks of continuous-variable systems by generalized quasiprobability functions”建立了适用于连续变量量

子网络的非线性 Bell 型不等式及其网络非局域性判定方法, 为连续变量量子网络非局域性的理论研究和实验验证提供了统一框架. 张在琛教授等的 Letter 文章“Efficient self-consistent quantum comb tomography on the product Stiefel manifold”提出了一种基于乘积 Stiefel 流形的自洽量子梳层析方法, 实现了量子过程、测量装置与初始态的联合重构, 为真实量子器件中具有有限记忆效应的量子过程精确表征提供了新的技术路线.

本专题收录的工作覆盖了量子信息科学多个具有代表性的研究方向, 既包含面向量子通信、量子信息安全 and 量子计算等关键技术的创新成果, 也涉及量子信息基础理论和量子系统表征等前沿问题, 充分体现了量子信息领域的最新研究进展. 希望本专题能够为相关领域研究人员提供有益参考, 推动量子信息科学与技术 in 理论研究、关键技术和产业研发全链条的融合与发展.