

本期亮点

硬件前沿

算法与软件

产业与生态

学术前沿

本周影响

编辑点评

收录报道	49
信息来源	11
阅读时长	约 10 分钟

当前 SOTA

物理比特	1,180
2Q 保真度	99.99%
逻辑比特	96 LQ

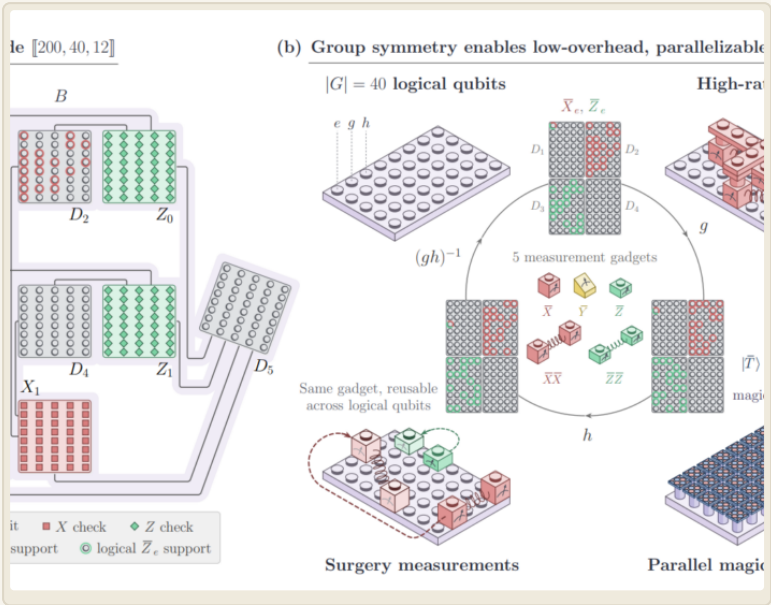
量子硬件 SOTA 对照表 →

Caltech推出可实用化的高吞吐容错量子纠错码

49 篇 · 11 个来源 | [PDF](#) | 本期汇总免费阅读

01 亮点

本期亮点



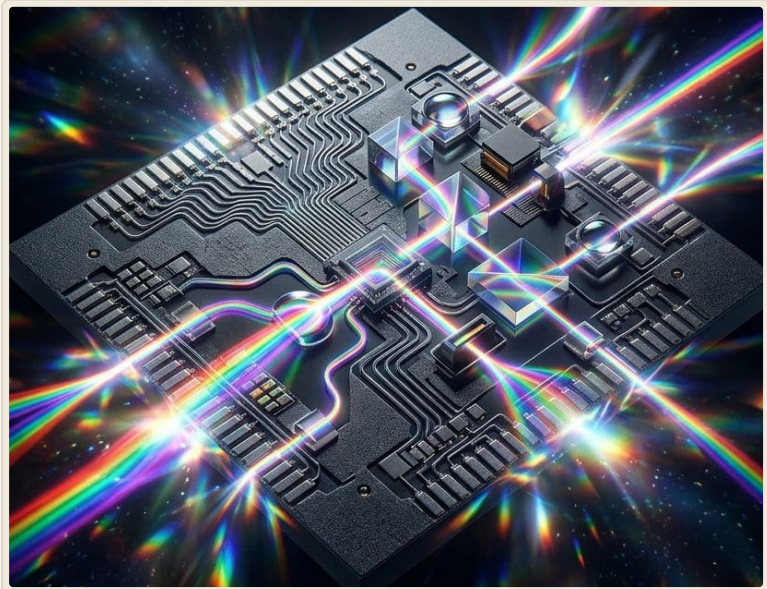
Caltech与Oratomic公司推出mitten码，一种高码率非阿贝尔量子低密度奇偶校验

(qLDPC) 码，旨在实现高吞吐容错量子计算，解决了qLDPC码在逻辑操作和硬件实现上的长期挑战^[8]。D-Wave与Nasdaq Verafin达成合作，探索量子机器学习在金融犯罪检测中的应用，标志着量子计算在金融风控领域的实用化探索迈出重要一步^{[17][44]}。中国

成立量子标准委员会，统筹量子技术标准制定，或将加速国内量子产业规范化与国际竞争力^[41]。

02 硬件

硬件前沿



超导量子比特

SQMS中心展示了基于qudit的Grover搜索算法，利用多能级量子系统突破传统qubit限制，或为量子搜索算法在超导平台上的高效实现开辟新路径^[1]。

光子量子计算

研究人员在可编程光子处理器上演示了Clements分解的自校准方法，通过识别马赫-曾德尔干涉仪工作点，向实现大规模线性光学网络迈出关键一步；该进展对于构建通用光子量子计算机所需的可编程线性光学单元具有重要意义^[24]。

OptQC与NTT加强合作，推进大规模光学量子计算，双方将整合各自在光学量子门和通信技术上的优势，若成功有望加速光子路线向实用化迈进[43]。

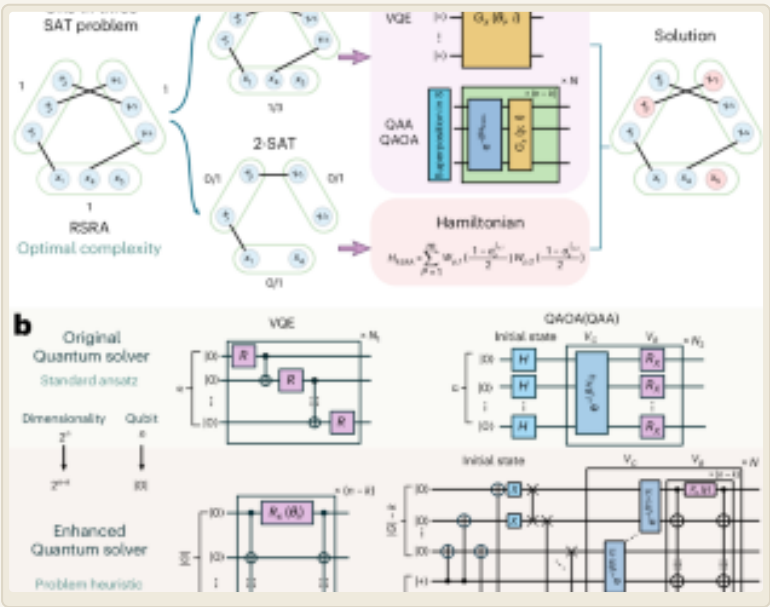
量子传感

ICFO研究人员在零點运动尺度上实现了可调谐非线性机电控制，将机械振子操控推至量子极限，为量子精密测量和宏观量子现象研究提供了新平台[14]。

Atomionics将量子重力测量研究拓展至海洋传感，在新加坡设立研发中心，将量子重力仪的应用场景从陆地延伸至水下，可能对资源勘探和国防监测产生影响[47]。

03 算法

算法与软件



量子算法

一项研究在NP完全问题上展示了量子缩放优势：通过结合限制空间缩减算法与量子求解器，量子资源增长慢于经典对应物，为量子计算在组合优化中超越经典提供了新证据^[6]。

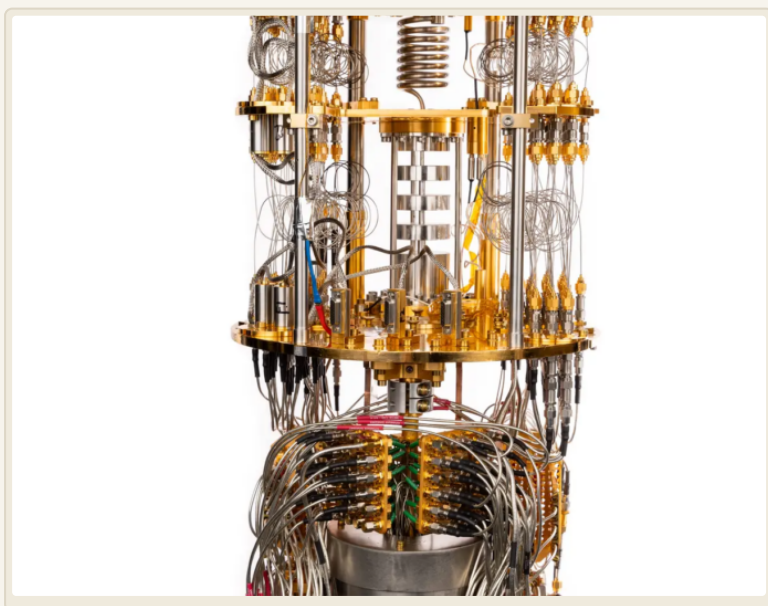
JIJ公司将Qamomile从优化器升级为全栈量子语言（v0.14.0），使其从专用优化工具扩展为通用量子算法开发平台，有望降低量子编程门槛^[13]。

量子纠错

Caltech与Oratomic的mitten码属于高码率qLDPC码，其非阿贝尔特性支持横向逻辑门，有望实现更高效的容错量子处理器，相比传统表面码在物理比特开销上可能大幅降低^[8]。

04 产业

产业与生态



合作与项目

Rigetti、HPE与匹兹堡超算中心共建“TangleLab”混合量子-经典超算测试平台，获NSF 500万美元资助，该平台将探索量子与高性能计算的深度融合，为实际应用开发提供基础设施^[10]。

UC Berkeley与QuantroIOx签署五年合作备忘录，旨在工业化超导量子计算，结合伯克利开放架构与QuantroIOx自动化软件，或加速超导量子处理器的规模化生产^[11]。

D-Wave与Nasdaq Verafin合作开发量子机器学习应用，聚焦金融犯罪检测，若取得突破，可能为量子计算在反洗钱等领域建立早期用例^{[17][44]}。

政策与标准

中国成立量子标准委员会，统筹量子技术标准化工作，此举将加强中国在全球量子标准制定中的话语权，并可能影响国际量子产业竞争格局^[41]。

IISS分析指出，西方量子出口管制正演变为产业战略，管制范围从技术禁运扩展至扶持本土产业链，长期或重塑全球量子供应链^[42]。

后量子密码与安全

Anchorage Digital发布后量子迁移战略，为机构加密资产应对量子解密威胁提供操作蓝图，反映出金融业对量子安全风险的实质性准备^[12]。

DigiCert发布《后量子密码学傻瓜书》第二版，为组织提供PQC迁移实操指南，反映后量子密码部署正从概念走向落地^[21]。

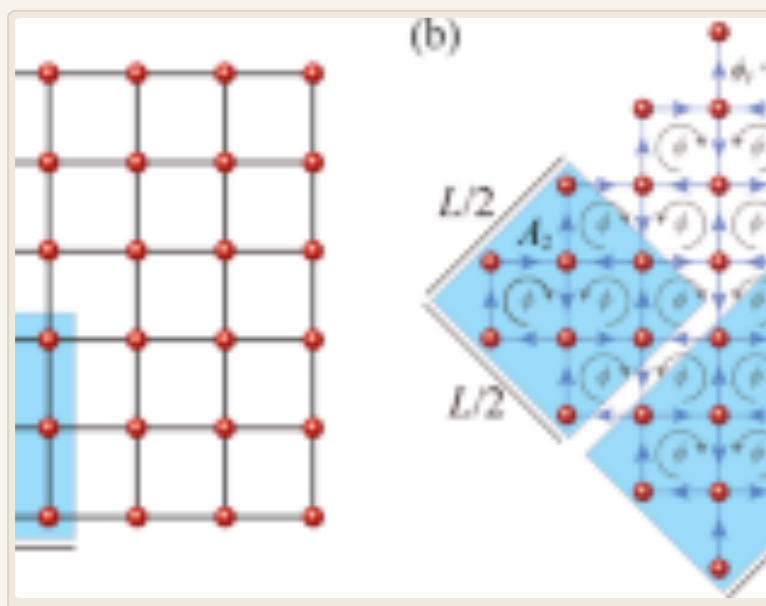
SEALSQ强调加密敏捷性在应对未来密码威胁中的作用，硬件级加密敏捷方案或成为物联网设备防范量子攻击的关键^[40]。

教育与人才培养

PsiQuantum投资25万美元用于南芝加哥STEM与量子教育项目，此举旨在培养本地量子劳动力，或为光子量子计算路线储备人才^[38]。

QNu Labs与SRMIST在印度建立量子通信实验室，并培训首批量子通信师资，受国家量子任务支持，将助力印度量子通信人才梯队建设^[9]。

Qubitrium支持北约量子技术培训计划，聚焦两用量子技术，显示量子技能在国防领域的战略重要性上升^[46]。



量子信息理论

研究揭示了量子临界系统中沿虚时方向的普适纠缠增长，为高维量子物质的纠缠特征提供了新见解，可能对理解量子相变和量子场论中的纠缠结构产生影响^[5]。

工作“Universal entanglement growth in the dark intervals of a locally monitored free-fermion chain”探讨了局域监测自由费米子链在“黑暗间隔”中的纠缠动力学，发现纠缠熵随时间增长至稳态，为测量诱导纠缠相变研究增添了新案例^[28]。

论文“On the quantum computational complexity of classical linear dynamics with geometrically local interactions”研究了经典线性动力学的量子计算复杂度，在某些条件下展示了量子指数加速，但也揭示了可被经典算法去量子化的情形，为量子优势的边界提供了更精细的刻画^[29]。

量子网络与通信

微梳驱动的大规模全连接量子网络得以构建，利用微梳产生多波长纠缠光子对，实现所有用户间同时连接，解决了全连接网络的可扩展性难题，为量子互联网架构提供了新方案^[7]。

釜山大学构建了混合量子网络，演示了暖原子系综与量子点间的双光子干涉，克服了量子存储器与单光子源间的波长匹配问题，是异质量子网络集成的重要进展^[26]。

Fraunhofer ISI与萨尔大学发布量子中继器技术路线图，比较了金刚石色心、囚禁原子、稀土晶体等多种平台，指出尚无主导平台，为量子中继器研发提供了系统性参考^[48]。

量子模拟与计算

模拟显示多项式信号可规避经典光学方法，在被动线性光学中，某些期望值虽避免指数集中但保留多项式阶信号分量，为寻找量子优势提供了系统性路径^[27]。

卷积结构可降低空间光子伊辛机（SPIM）解决稠密优化问题的复杂度，利用空间卷积特性提升计算效率，或使SPIM在组合优化中更具竞争力^[16]。

量子材料与物理

Rice大学团队在二维量子材料超薄二氧化钨中发现了可能的交变磁性（altermagnetism），这是一种新型磁性，兼具反铁磁的零净磁矩和铁磁的自旋劈

裂能带特征，为自旋电子学和量子材料研究开辟新方向 [20]。

研究实现了可扩展的通用光子量子计算，通过非线性实现通用量子门集，由帝国理工学院等机构完成，标志着光子路线向通用量子计算迈出重要一步 [18]。

20阿秒延迟测量展示了超越光子相干极限的量子行为，利用Hong-Ou-Mandel干涉实现单次路径延迟传感，精度达阿秒级，为超快量子计量提供新工具 [25]。

06 影响

本周影响



- 1 量子纠错研究者：mitten码 [8] 提供了高码率 qLDPC新选项，其非阿贝尔特性可能简化逻辑门实现，值得关注其与现有表面码和级联码的性能比较，以及硬件实现的具体要求。

- 2 **金融科技公司**：D-Wave与Nasdaq Verafin的合作^{[17][44]}若成功展示量子机器学习在反洗钱中的优势，可能引发金融领域对量子计算应用的投资热潮，需跟踪实际数据集上的基准测试结果。
- 3 **量子网络研发团队**：微梳全连接网络^[7]和混合量子网络^[26]的进展表明，量子网络正从点对点向多用户架构演进，相关组件的技术成熟度将影响量子互联网的落地时间表。
- 4 **量子产业政策制定者**：中国量子标准委员会^[41]和西方出口管制^[42]的动态显示，量子技术正被纳入大国竞争框架，标准与供应链自主化将成为未来几年产业发展的关键变量。
- 5 **后量子密码部署方**：Anchorage Digital的迁移战略^[12]和DigiCert的指南^[21]表明，后量子密码的实际部署正在加速，企业应尽快启动密码资产盘点与迁移规划，以应对量子计算对现有加密系统的威胁。

07 编辑

编辑点评

本周量子计算领域呈现纠错理论与应用探索并进的态势。在硬件层面，光子路线继续展示其在可编程性和网络化方面的优势，但距离容错所需的损耗阈值仍有距离；超导和中性原子路线则未见重大突破性报道，可能正处于技术积累期。值得关注的是，qLDPC码正成为纠错理论的热点，mitten码的提出进一步丰富了高码率容错方案的选择，但如何在实

际物理系统中实现其所需的连接度和门操作仍是巨大挑战。

在产业层面，金融、国防和教育领域的合作项目增多，显示量子技术正从实验室走向垂直行业应用。然而，这些合作多数仍处于早期探索阶段，能否产生实际商业价值尚需时间检验。地缘政治因素对量子技术的影响日益显著，中国成立标准委员会和西方出口管制升级都表明，量子技术已成为国家战略竞争的一部分，这可能加速技术分化，也可能促进区域创新生态的形成。总体而言，量子计算仍处于基础研究向工程化过渡的关键期，短期内期待杀手级应用为时尚早，但各技术路线的持续进步和产业生态的逐步完善为长期发展奠定了基础。

参考资料

[1]

Superconducting Quantum Materials and Systems (SQMS) Center: Researchers Extend Grover’s Search to More Efficient Multilevel Quantum Systems

[2]

IQT Sunday Edition

[3]

Connecting students with the future of microelectronics

[4]

Turning molecules into reliable electronic devices

[5]

Universal entanglement growth along imaginary time in quantum critical systems

[6]

Quantum scaling advantage using reduced search in an NP-complete problem

- [7] Microcomb-driven large-scale fully connected quantum network

- [8] Caltech and Oratomic Introduce “Mitten” qLDPC Codes for High-Throughput Quantum Computing

- [9] QNu Labs and SRMIST Establish Quantum Communications Lab to Train Educator Cohort

- [10] Rigetti, HPE, and Pittsburgh Supercomputing Center Partner to Build “TangleLab” Hybrid Testbed

- [11] UC Berkeley and QuantroIOx Sign Five-Year Partnership to Industrialize Quantum Processing

- [12] Anchorage Digital Outlines Post-Quantum Migration Strategy for Institutional Assets

- [13] JIJ Turns Qamomile From Optimizer Into Full Quantum Language

- [14] How ICFO Engineers Control Motion at Quantum Limit

- [15] Spectral Gap of Davies Generator Scales with Qubit Count

- [16] Convolutional Structure Cuts SPIM Complexity for Dense Problems

- [17] D-Wave Partners with Nasdaq Verafin on Quantum Machine Learning

- [18] Extensible Photonics Achieves Universal Quantum Gate Sets

- [19] Cleveland Clinic & IBM Quantum Advance Neoantigen Prediction With Q-CHIPP

- [20] Rice Team Spots New Magnetism in 2D Quantum Material

- [21] DigiCert's New Edition Simplifies Post-Quantum Cryptography Planning

- [22] Quantum Zeitgeist Weekly Digest

- [23] IBM Computing Legacy, The Complete Story From 1890 To Quantum Computing

- [24] Clements Decomposition Achieved on Programmable Photonic Processor

- [25] 20 Attosecond Delays Show Quantum Behavior Beyond Photon Coherence Limit

- [26] Pusan National University Builds Hybrid Quantum Network with Identical Photons

- [27] Simulation Shows Polynomial Signals Evade Classical Optics Methods

- [28] Entanglement growth in the dark intervals of a locally monitored free-fermion chain

- [29] On the quantum computational complexity of classical linear dynamics with geometrically local interactions: Dequantization and universality

- [30] The U.S. military needs tungsten, but pristine NASA site may stand in the way

- [31] It's 90 degrees in the Arctic right now

- [32] Washington's wildfires are a warning for the entire U.S.

- [33] Cyclospora outbreak tied to two deaths as parasite-borne illness continues to rage

- [34] Senate funding resolution seeks to put OMB rule changes to research grants on hold

- [35] How Antarctica's Blood Falls came to be

- [36] Daddy long legs perform fellatio—and other wild facts about how these arachnids mate

- [37] Cyclosporinosis cases surge while new research questions ‘protein maxxng’

- [38] PsiQuantum Invests \$250,000 in South Chicago STEM and Quantum Education Programs

- [39] Researchers Develops Carbon Quantum Dots From Organic Waste for Pest Repellent Research

- [40] SEALSQ Highlights Role of Crypto-Agility in Preparing for Future Cryptographic Threats

- [41] China Forms Quantum Standards Committee to Coordinate Industry Development

- [42] Western Quantum Export Controls Are Evolving Into an Industrial Strategy, IISS Analysis Says

- [43] OptQC and NTT Strengthen Collaboration on Large-Scale Optical Quantum Computing

- [44] D-Wave and Nasdaq Verafin Announce Agreement for Quantum Computing Application Development

- [45] NSF Awards UC San Diego \$18 Million Grant for Materials Science Research Center

- [46] Qubitrium Supports NATO Training Programme on Dual-Use Quantum Technologies

- [47] Atomionics Expands Quantum Gravimetry Research Into Ocean Sensing

- [48] Fraunhofer ISI and Saarland University Publish Quantum Repeaters Technology Roadmap Under SQuaD Project

- [49] Pilotless planes for the hardest-to-reach places

量子研究内参

全部期数 · 周刊深度解析 · 每日快报 → qbitbrief.com

FOR RESEARCH REFERENCE ONLY