

美国财政部牵头给金融系统换上防量子的锁

45 篇 · 13 个来源 | [PDF](#) | 本期汇总免费阅读

本期目录

今日三件事	
硬件前沿	
算法与软件	
产业与生态	
学术前沿	
今日影响	
编辑点评	
收录报道	45
信息来源	13
阅读时长	约 14 分钟
当前 S O T A	
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 →](#)

01 亮点

今日三件事



- 1 量子纠错错误率最高降40% 利用谷歌Willow处理器数据优化测量时序，逻辑错误率降低最高40% [13] ——纠错开销下降，容错门槛更近。
- 2 美国财政部成立量子就绪工作组 美国财政部宣布成立量子就绪工作组，协调联邦金融系统向量子安全密码迁移 [34] ——金融系统量子安全升级从纸面走向执行。
- 3 Pasqal与Eleven Ventures签约设立合资公司 中性原子量子计算公司Pasqal与沙特投资平台Eleven Ventures签署协议，拟设立合资公司Pasqal Arabia，在中东和北非部署中性原子量子

处理器^[12]——量子计算进入中东市场，地缘技术竞争升温。

02 硬件

硬件前沿



RESPONSIBLE
FINTECH
INSTITUTE



SAFEHERON

中性原子

Infleqtion与日本Moonshot计划合作的中性原子量子计算机“Shunkai”正式投入运行^[3]。此前已报道该合作，本次增量在于：该计算机成为日本首台可运行的全栈中性原子量子计算机，处理器单元已部署。技术含义：中性原子路线在日本落地首个可运行的全栈系统；对照基线，中性原子双比特门保真度SOTA为99.5%（Harvard 2023），Infleqtion未披露具体保真度，无法判定是否追平。格局影响：日本量子计算供应链获得本地化硬件支撑，Infleqtion（NYSE: INFQ）在亚太的商用化节奏加快，时间尺度为未来12个月。

离子阱

IonQ子公司Skyloom本次向低地球轨道再部署数十个光学通信终端，在轨终端总数达到84个，支持美国太空发展局（SDA）星座^[11]。技术含义：在轨光学星间链路终端累计达84个，提升星座通信容量；但这是光通信而非量子计算硬件，与离子阱路线无直接技术关联。格局影响：IonQ多元化收入来源，太空光通信业务成为其现金流补充，时间尺度为2026-2027年。

光子

NIST研究人员开发超导纳米线探测器，光子捕获效率达98%^{[26][40]}。技术含义：探测器可捕获98%的入射光子，弱光信号的漏检大幅减少；对照基线，光子路线SPAM保真度99.98%依赖高探测效率，98%的探测器为系统集成提供更优组件。格局影响：深空通信、生物医学成像等弱光探测应用受益，量子通信接收端灵敏度提升，时间尺度为2-3年。

超导

研究人员利用光信号控制超导量子比特，单比特门保真度 $99.915 \pm 0.005\%$ ，双比特CZ门保真度为99%量级（来源数值在此处截断，完整位数未披露）^[20]。技术含义：光控超导比特的单比特保真度接近基线中生产系统F₂Q 99.5%-99.9%的上限，双比特CZ门的确切水平待原文核对；光互连为超导比特扩展提供新路径。格局影响：超导量子计算机的室

温控制电子学可能被光子链路替代，降低稀释制冷机布线复杂度，时间尺度为3-5年。

自旋量子点

研究人员在金刚石中控制数百个原子核自旋，能耗显著降低，并扩展了碳-13寄存器作为长期量子存储^[16]。技术含义：金刚石核自旋控制从高能耗转向低功耗，同时增加可用量子存储比特数；需注意该工作属金刚石色心平台，与硅自旋量子点并非同一技术路线，来源未给出可直接对照的门保真度数值，进展集中在控制能耗与存储寄存器层面。格局影响：固态量子存储的实用性提升，影响量子中继器和量子网络节点设计，时间尺度为5年以上。

拓扑/其他

哈佛大学实现单个NaCs分子对隔离保真度超99%，光学阵列位点填充率超95%^[17]。技术含义：此前基态分子加载填充率仅20-50%，本工作利用静态和微波电场产生“碰撞屏蔽”防止分子损失，将填充率提升至95%以上，为分子量子比特阵列铺路。格局影响：分子量子计算作为新兴路线获得关键制备能力，吸引更多研究组进入，时间尺度为5-10年。

研究人员利用纳米级透镜结构将单原子探测灵敏度提升4倍^[21]。技术含义：通过近场光散射聚焦，原子荧光采样效率提高4倍，为原子阵列读出提供新工具。格局影响：中性原子和离子阱平台的读出速度和保真度可能受益，时间尺度为2-3年。

算法与软件



量子纠错与错误缓解

研究人员利用谷歌Willow处理器数据优化测量时序，将导致计算失败的逻辑错误率降低最高40%^[13]。技术含义：通过调整测量时序而非修改硬件，在现有纠错码上实现错误率下降，属于软件层面的纠错优化；对照基线，Willow的误差压制因子 $\Lambda \approx 2.1$ ，本工作未提供 Λ 变化，但40%的错误率降低相当于等效提升 Λ 。格局影响：量子纠错解码和时序优化成为提高容错性能的低成本路径，影响所有使用表面码的硬件厂商，时间尺度为1-2年。

研究人员利用Qedma QESEM等错误缓解技术，在IBM Pittsburgh处理器上将错误率降低4.7倍，达到0.0188^[14]。技术含义：错误缓解（而非纠错）将噪声中等规模量子设备的有效错误率压低至2%以下，来源未将该数值与纠错码的逻辑错误率作比较。格局影响：NISQ设备的实用性窗口被拉长，IBM等硬件厂商可提供更高保真度的云服务，时间尺度为6-12个月。

量子模拟与化学

崇实大学团队利用基于样本的量子对角化方法，在IBM量子硬件上估算 HeH^+ 、 ArH^+ 和 H_2O 的基态能量，偏差0.00 mHa^[15]。技术含义：与CCSD计算相比偏差为零（在报告精度内），表明量子硬件结合经典后处理可达到化学精度。格局影响：量子计算在分子模拟中的近期应用得到验证，化工和制药企业可开始试点，时间尺度为1-3年。

Microsoft Research发布Skala 1.1，训练数据量增加2.5倍，在热化学、反应动力学和分子结构预测上精度显著提升^[18]。技术含义：密度泛函理论（DFT）的机器学习替代模型精度提高，已集成至CP2K，正在集成至Psi4、FHI-aims、ORCA和VASP。格局影响：经典计算化学软件生态被机器学习模型渗透，材料科学和药物发现的计算成本下降，时间尺度为立即生效。

量子优势与通信

名古屋大学证明在有限通信交换下量子计算机对经典计算机的优势，实现幂次分离 $3/2 - 1/(4t)$ ， $t=1$ 时的四轮协议在至少一个全函数上展示改进性能^[23]。技术含义：首次展示在少轮通信下的量子优势，比之前需要更多计算步骤的分离更强。格局影响：量子通信协议设计获得理论支撑，分布式量子计算架构受益，时间尺度为3-5年。

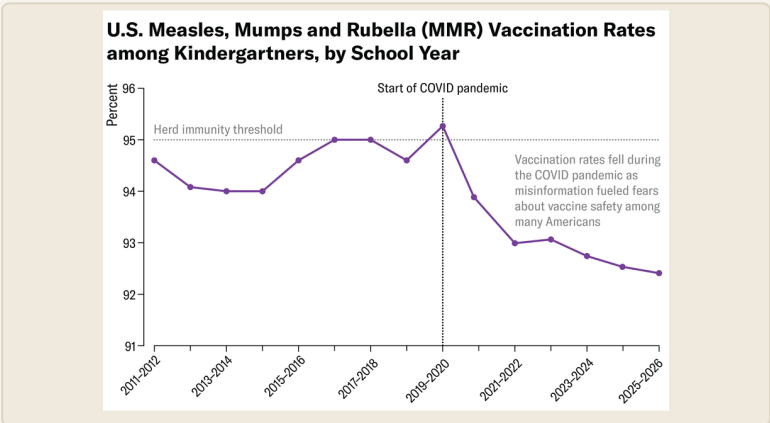
研究人员证明高斯玻色采样（GBS）的“隐藏猜想”在任意压缩输入模式数下成立^[24]。技术含义：该关键性质不再依赖对输入模式数的限制性假设，从而强化了GBS经典模拟困难的论证。格局影响：基

于GBS的量子优势声明更稳固，光子路线在采样任务上的地位强化，时间尺度为立即生效。

研究人员优化动态制备量子自旋液体的方法，在最多384个原子的系统中模拟并优化自旋液体关联的制备 [25]。技术含义：即使基态相图无拓扑相，也能动态制备具有量子自旋液体关联的状态，为拓扑物态研究提供新途径。格局影响：量子模拟器在凝聚态物理中的应用扩展，影响基础研究和未来拓扑量子计算，时间尺度为5年以上。

04 产业

产业与生态



金融与政策

美国财政部宣布成立量子就绪工作组，协调联邦金融系统向量子安全密码迁移 [34]。技术含义：工作组依据第14412号行政令设立，目标是强化密码保护，来源未披露迁移路线图与时间表。格局影响：联邦金融系统的抗量子密码迁移从表态进入协调执行阶段，来源未提出强制标准，也未给出完成期限。

负责任金融科技研究所（RFI）与Safeheron启动跨境后量子密码（PQC）试点，评估量子弹性数字资产交易基础设施^[10]。技术含义：试点涉及国际商业银行和多个司法管辖区的金融监管机构，测试后量子钱包生成和交易。格局影响：数字资产（加密货币、稳定币）的量子安全标准开始成形，影响交易所和托管机构，时间尺度为1-2年。

投资与区域布局

Pasqal与Eleven Ventures签署协议，拟设立合资公司Pasqal Arabia，在中东和北非部署中性原子量子处理器^[12]。技术含义：Pasqal的硬件和软件栈将进入沙特及周边市场，可能包括本地数据中心和研发中心。格局影响：量子计算成为沙特“2030愿景”的一部分，中东成为量子技术新战场，时间尺度为2-5年。

EuroHPC开放1.19亿欧元量子技术资助征集^[35]。技术含义：资助覆盖量子计算、量子模拟、量子通信等方向，面向欧盟成员国和关联国家。格局影响：欧洲量子初创公司和研究机构获得新资金池，加速技术转化，时间尺度为2026-2027年。

瑞典设定2036年国家量子技术战略截止日期^[38]。技术含义：瑞典政府明确量子技术发展目标，可能包括量子计算、量子传感和量子通信。格局影响：北欧量子生态获得政策确定性，吸引投资和人才，时间尺度为10年。

新墨西哥州向新墨西哥大学量子研究所投资300万美元^[39]。技术含义：州级资金支持量子研究和教

育，可能用于实验室设备和研究生奖学金。格局影响：美国量子研究地理分布扩散，新墨西哥州成为量子人才基地，时间尺度为3-5年。

公司动态

ColibriTD获得400万欧元融资，扩展多物理场量子模拟平台^[22]。技术含义：此前已获100万欧元投资，本次融资用于平台开发和商业化。格局影响：量子模拟软件在工业设计（航空航天、汽车）中的应用加速，时间尺度为1-2年。

GSA更新身份和访问项目，向后量子密码迁移^[6]。技术含义：美国总务管理局更新联邦身份架构和物理访问测试，向量子安全密码过渡。格局影响：联邦政府供应链中的身份管理厂商需升级产品，时间尺度为2-3年。

05 学术

学术前沿



量子信息理论

IQIM合作团队在量子模拟器上对两种不同共形场论进行首次实验，直接测量能级^[2]。技术含义：利用量子模拟器新技术，首次直接测量共形场论能级，验证理论预测。格局影响：量子模拟器成为研究量子场论的新工具，影响高能物理和凝聚态理论，时间尺度为5年以上。

研究人员研究超流氦中量子化振荡的微机械量子比特^[7]。技术含义：提出基于超流氦量子化振荡的微机械量子比特方案，可能具有长相干时间。格局影响：新型量子比特平台探索，若成功可扩展至大规模系统，时间尺度为10年以上。

研究人员表征秩-2两比特纠缠态的可操纵性^[8]。技术含义：确定秩-2两比特纠缠态的量子可操纵性条件，为量子信息任务提供资源判定。格局影响：量子密钥分发和量子网络中的纠缠验证受益，时间尺度为3-5年。

量子材料与模拟

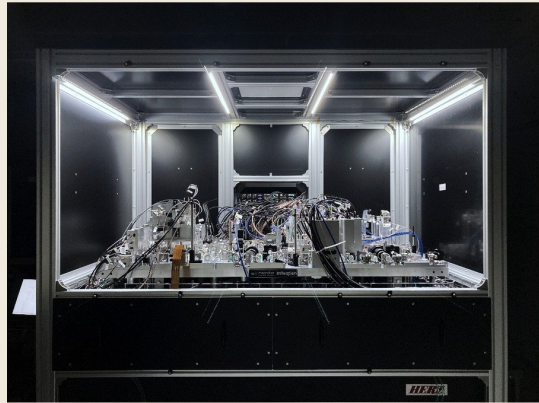
加州理工学院与耶鲁大学精确量化近藤效应^[27]。技术含义：准确量化近藤效应，这是理解真实材料中电子行为的关键现象。格局影响：强关联电子系统的量子模拟更精确，影响高温超导和重费米子材料研究，时间尺度为5年以上。

QAL量子算法实验室正在开发可视化交互工具，用于教学和研究量子算法及线性代数、群论^[9]。技术含义：交互式工具帮助理解量子算法和数学基础，可能包含可专利的新颖设计，目前仍在建设中。格

局影响：量子教育工具市场扩大，培养更多量子人才，时间尺度为1-2年。

06 影响

今日影响



- 1 金融系统量子安全加速：**美国财政部工作组和跨境PQC试点^{[34][10]}把银行、支付公司和数字资产平台的密码迁移推上议程，来源未给出完成期限或合规要求。下一步盯：工作组是否发布具体迁移路线图和时间表。
- 2 量子计算进入中东：**Pasqal与Eleven Ventures签约设立的Pasqal Arabia^[12]将中性原子量子计算机带入沙特及MENA地区，可能引发区域技术竞赛。下一步盯：沙特主权基金是否追加投资，以及当地数据中心建设进度。
- 3 软件层面降错成为竞争焦点：**纠错测量时序优化带来的40%逻辑错误率下降与错误缓解带来的4.7倍误差改善^{[13][14]}表明，无需硬件改动即可提升性能，硬件厂商和软件初创公司将在时序优化和错误缓解上展开竞争。下一步盯：这些方法是否在更多硬件平台上复现。

- 4 光子探测效率提升：** NIST的98%光子捕获效率 [26] [40] 将改善量子通信和深空通信的接收灵敏度。下一步盯：该探测器在量子密钥分发系统中的端到端性能测试。
- 5 分子模拟精度提升：** 量子对角化方法达到化学精度 [15]，Skala 1.1的DFT精度大幅提高 [18]，制药和材料公司可开始试点量子计算辅助设计。下一步盯：实际药物分子或材料体系的模拟结果。

07 编辑

编辑点评

本期最值得关注的是金融系统量子安全从讨论进入执行阶段。美国财政部成立工作组、跨境PQC试点启动，标志着监管机构不再等待量子计算机成熟，而是主动推动密码迁移。这与过去几年“量子威胁尚远”的论调形成对比。金融从业者应意识到，量子安全不再是可选项，而是需要提前排期的工程任务。

技术层面，软件降错成为新热点。纠错测量时序优化把逻辑错误率降低40%，错误缓解把误差改善4.7倍，说明软件层面的改进可以快速提升性能，而无需等待硬件突破。这为量子计算公司提供了差异化竞争的机会：谁能提供更好的错误缓解和时序优化，谁就能在NISQ时代赢得客户。同时，中性原子路线在亚洲和中东的扩张表明，地缘技术竞争正在从美欧扩展到全球。

参考资料

- [1] A.I. Not Native To Databases - Who Knew?Webinar
- [2] Universal Pattern Revealed in Quantum Matter
- [3] Inflection Collaboration with Japan Moonshot Program Achieves Major Milestone: “Shunkai” Neutral Atom Quantum Computer Now Operational
- [4] IQT Sunday Edition
- [5] Intel Outlines Architectures for Agentic AI at Hot Chips 2026
- [6] GSA Updates Identity, Access Programs for Post-Quantum Migration
- [7] Towards a micromechanical qubit based on quantized oscillations in superfluid helium
- [8] Steerability of rank-2 two-qubit entangled states
- [9] QAL, the Quantum Algorithms Lab
- [10] Japan Operationalizes First Full-Stack Neutral-Atom Quantum Computer “Shunkai”
- [11] Responsible Fintech Institute and Safeheron Launch Cross-Regional Post-Quantum Digital Asset Pilot
- [12] IonQ Subsidiary Skyloom Reaches 84 On-Orbit Optical Terminals Supporting SDA Constellation
- [13] Pasqal and Eleven Ventures Form Joint Venture to Scale Neutral-Atom Quantum Systems Across Saudi Arabia and MENA Region
- [14] Researchers Cut Logical Errors by up to 40 Per Cent
- [15] Researchers Cut Quantum Error by 4.7 Times with Mitigation
- [16] Soongsil University Team Estimates Ground-State Energy with 0.00 mHa Deviation
- [17] Researchers Boost Fidelity of Diamond Spin Controls
- [18] Harvard University Achieves 99% Fidelity Isolating Molecular Pairs
- [19] Microsoft Research’s Skala 1.1 boosts DFT accuracy with 2.5x more training data
- [20] Researchers Build Route to Large Quantum States with High Chance
- [21] Researchers Achieve 99.915% Fidelity in Qubit Control Via Light
- [22] Researchers Build Nanoscale Lens Enhancing Atom Detection Fourfold
- [23] ColibriTD gets €4M to expand quantum simulations for industry
- [24] Nagoya University Finds Speed-Up in Quantum Communication

- [25] Researchers Prove Conjecture Supporting GBS Quantum Advantage
- [26] Researchers optimize a method for creating quantum spin liquids
- [27] NIST detector uses quantum tech to capture 98% of photons
- [28] Caltech & Yale Quantum Model of Electron Behavior in Real Materials
- [29] ‘Extreme’ wildfire sweeps Nevada as U.S. tallies almost 51,000 wildfires so far this year
- [30] Earth’s oceans just hit their hottest temperature ever recorded
- [31] China delays ambitious Chang’e 7 moon mission until 2027
- [32] Sorry, Pluto’s still not a planet
- [33] Climate change opens Arctic shipping routes as roadless forest protections face rollback
- [34] See states’ kindergarten vaccination rates—from highest to lowest
- [35] U.S. Treasury Announces the Quantum-Readiness Task Force
- [36] Inflection Helps Launch Japan’s First Operational Neutral-Atom Quantum Computer
- [37] EuroHPC Opens €119M in Funding Calls for Quantum Technologies
- [38] Nations at the Quantum Table
- [39] Guest Post: How One of Europe’s Smallest Countries Became NATO’s Precision Photonics Capital
- [40] IonQ’s Skyloom Optical Communications Terminals Reach 84 On-Orbit Installations Following Latest Launch
- [41] Pasqal and Eleven Ventures Form Joint Venture for Quantum Computing in Saudi Arabia
- [42] Sweden Sets 2036 Deadline for National Quantum Technology Strategy
- [43] New Mexico Invests \$3 Million in UNM’s Quantum Institute
- [44] NIST Researchers Supersize Quantum Technology to Help Detect Faint Photons
- [45] Completed: Yale Facility for Free-Space Quantum Link Across Long Island Sound

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

配图源自所引论文与新闻稿；如引用不规范，请联系编辑部删除。