

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	35
信息来源	10
阅读时长	约 10 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
------	-------

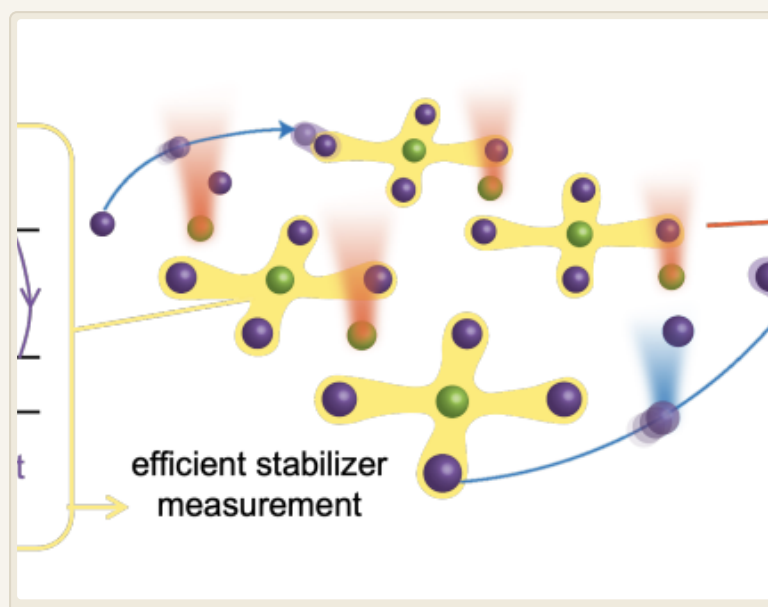
[量子硬件 SOTA 对照表 →](#)

中性原子量子计算行业路线图首次发布

35 篇 · 10 个来源 | [PDF](#) | 本期汇总免费阅读

01 亮点

本期亮点

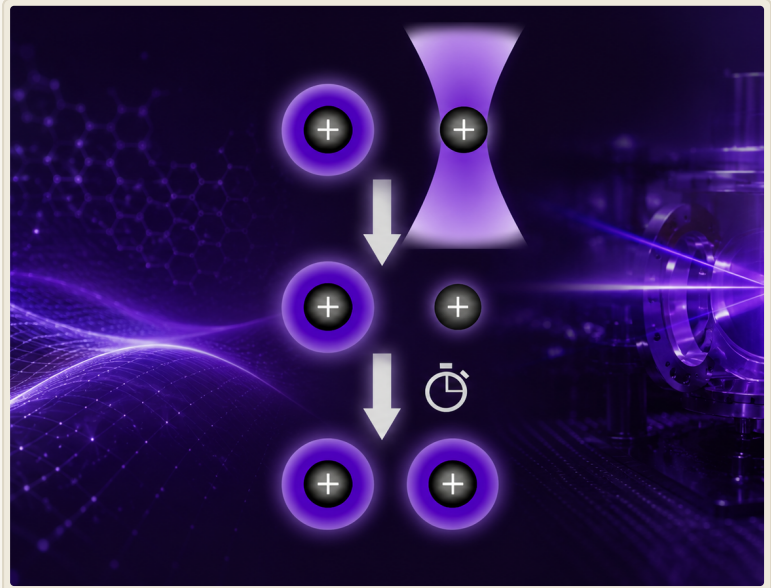


中性原子量子计算研究人员联合发布行业路线图，系统提出从中等规模含噪量子处理器到实用容错量子计算机的演进路径，明确当前最大瓶颈为循环重复率与中路测量保真度。^[24] 该路线图首次以行业共识形式量化了中性原子路线各阶段目标，为对比不同技术路线提供基准。^[24] 同期，Multiverse Computing 完成 5.7 亿美元融资，估值达 17

亿美元，反映量子软件在边缘 AI 压缩领域的商业化潜力。[14]

02 硬件

硬件前沿



中性原子

中性原子量子计算路线图发布：来自学界与业界的联合团队梳理了从数百物理比特到百万物理比特的扩展路径，指出当前系统循环重复率（典型 1–10 Hz）和测量保真度是迈向实用化的主要障碍。[24] 该路线图首次为中性原子路线设定了行业共识的性能里程碑，有助于协调研发资源并加速工程化进程。[24] 目前中性原子阵列规模已达 1,180 物理比特，逻辑比特数最高 96，但重复率远低于超导和离子阱平台，若不能提升至 kHz 量级，将严重制约纠错速度。[24]

自旋量子比特

量子比特穿梭损伤容限突破 10%：研究人员展示了电子自旋量子比特在固态器件中穿梭时，可容忍超过 10% 的缺陷率。^[7] 这一结果大幅降低了大规模自旋量子处理器对材料均匀性的要求，或使硅基量子芯片的制造良率门槛放宽一个数量级。^[7] 当前自旋量子比特的相干操作次数在五条主要路线中最低，穿梭容限的提升直接缓解了扩展中的物理缺陷瓶颈。^[7]

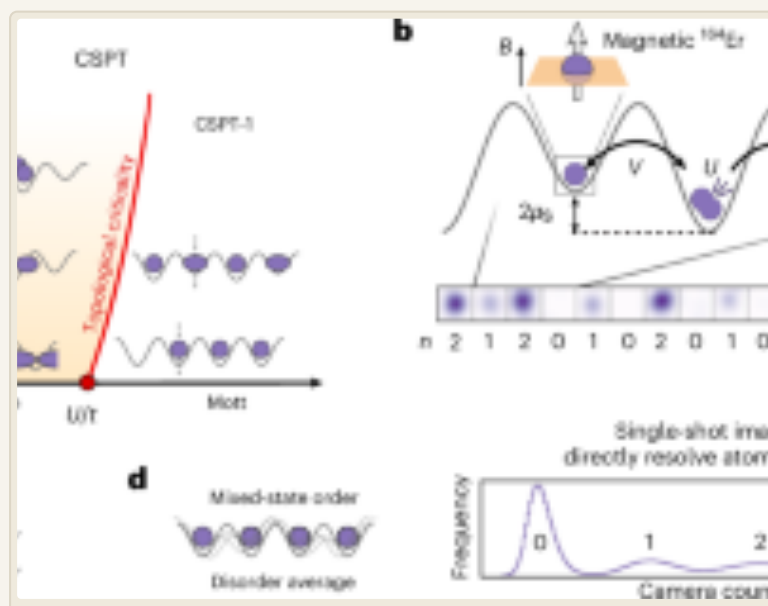
离子阱

镱离子长寿命态测量：研究人员在镱离子中发现了长寿命态，其相干时间或可用于量子存储与精密测量。^[23] 离子阱平台的相干时间已达秒至分钟级，长寿命态的发现可能进一步提升存储保真度，但其对逻辑操作速度的实际贡献尚待验证。^[23]

光子

杭州和光量子完成种子轮融资并报告确定性光子 GKP 编码进展：该公司宣称在确定性生成光子 Gottesman-Kitaev-Preskill 纠错码方面取得进展，并开发了即插即用非线性模块以解决概率性制备瓶颈。^[27] 光子 GKP 编码是实现容错光子量子计算的关键路径之一，若从概率性转向确定性，将根本改变光子路线的损耗容错能力，但公开信息缺乏端到端损耗预算与保真度数据，距 PsiQuantum 的条件保真度指标仍有未知差距。^[27]

算法与软件



量子纠错

- Quantinuum 实现约 0.00014 逻辑块错误率：利用整数线性规划优化容错态制备电路，在 Steane 码上获得极低逻辑错误率。^[8] 该结果接近 Quantinuum 自身 Helios 系统的物理错误率极限，展示了软件层面优化对逻辑性能的显著提升，但逻辑错误率仍需进一步降低以满足实用算法需求。^[8]
- Alice & Bob 虎码逻辑结构分析：研究揭示虎码家族的多模玻色码结构由链复形的同调决定。^[6] 这一数学刻画为设计高性能玻色编码提供了理论基础，可能加速玻色纠错码的优化，但实际硬件实现仍需验证。^[6]

量子模拟与算法

- 量子计算机上探测纠缠标度律：在量子处理器上测量了横场伊辛模型跨越量子相变时的纠缠熵标

度。^[4] 该工作首次在量子计算机上验证了临界点附近的纠缠标度行为，为利用量子硬件研究强关联系统提供了基准，但受限于当前设备噪声，仅演示了小规模系统。^[4]

- Hubbard 量子模拟器中拓扑相变与混合态序：在相互作用费米子量子模拟器中观测到一维晶体对称性保护的拓扑相变，并表征了混合态拓扑序。^[5] 该成果将拓扑序的研究扩展到开放量子系统，为噪声环境下的量子模拟提供了新视角，但实验规模仍有限。^[5]
- 双向量子模数转换器实验实现：实现了光子波前与量子比特之间的双向量子模数转换。^[3] 该实验首次连接连续变量与离散变量量子系统，为混合量子网络架构提供了关键接口，但转换效率与保真度尚未达到实用水平。^[3]

软件与工具

- 量子 X 实验室测试 AI 纠错解码器：使用 NVIDIA CUDA-Q 工具测试基于 AI 的量子纠错解码器。^[34] 结合 AI 与 GPU 加速可能提升解码速度，满足实时纠错需求，但解码延迟与保真度提升幅度未披露。^[34]

产业与生态



融资与市场

- Multiverse Computing 完成 5.7 亿美元 C 轮融资：估值达 17 亿美元，较上一轮增长 5 倍，资金将用于压缩 AI 模型以部署于边缘设备。^[14]
^[22] 该融资规模在量子软件公司中创下纪录，表明投资者对量子计算与 AI 交叉领域的强烈兴趣，可能加速量子启发算法在经典硬件上的商业化。^[14]
- 墨西哥量子计算公司完整指南发布：系统梳理了墨西哥的量子计算供应商、初创公司和研究机构。^[13] 该指南反映了拉丁美洲量子生态的成长，有助于国际合作伙伴识别区域机会。^[13]

合作与应用

- AT&T 扩大与 D-Wave 合作：签署商业协议，将量子退火技术用于电信网络优化，此前试点将网络优化任务从 1 小时缩短至 15 秒以下。^{[20][30]}
这一合作是量子退火在企业级应用中的实质性部

署，若效果持续，可能推动其他电信运营商跟进，但应用范围仍限于特定优化问题。 [20]

- 匹兹堡超算中心将建混合量子-经典超算：获 500 万美元 NSF 资助，集成 9 量子比特 Rigetti Novera QPU 与 HPE 经典系统，2027 年投入运行。 [19] [26] 该测试平台将为科研人员提供混合计算环境，但 9 量子比特的规模远低于当前 SOTA，主要价值在于探索 workflow 集成而非算力突破。 [19]
- QTREX 与东北大学合作研发低温量子互连：以色列 QTREX 公司与东北大学合作开发低温微系统结构，并获得项目知识产权商业化优先谈判权。 [21] [25] [29] 低温互连是扩展量子处理器规模的关键技术，该合作若成功可降低多芯片集成的损耗与串扰，但技术成熟度尚在早期。 [21]
- 田纳西州量子黑客马拉松开放申请：聚焦能源应用，旨在培养量子计算人才并探索行业用例。 [18] 此类活动有助于扩大量子计算开发者社区，但实际产出通常限于概念验证。 [18]
- Bloq Quantum 与 QClairvoyance 合作开展量子教育与劳动力培训。 [35] 此举瞄准量子人才短缺问题，但培训质量与就业转化率需长期观察。 [35]

安全与标准

- Securosys 确认其 HSM 支持 NIST 后量子密码算法：响应美国行政令，要求承包商在 2030 年前实现量子安全迁移。 [12] 该声明强调密码敏捷

性的紧迫性，但实际迁移进度仍取决于企业执行速度。[12]

05 学术

学术前沿

- CEICO 研究人员构建跨共形场论纠缠映射：成功建模伊辛模型并扩展至连接对偶 CFT。[11] 该工作为理解不同共形场论间的纠缠结构提供了新框架，可能推动全息对偶研究，但当前仅限于二维模型。[11]
- 洛斯阿拉莫斯实验室关联量子谱权重与莫特转变控制：推导出电磁环境光谱权重对莫特转变的影响判据。[9] 该理论结果揭示了真空涨落对强关联相变的调控机制，为动态控制量子材料提供了新思路，但实验验证难度高。[9]
- 量子气体中涡旋、波与声波展示湍流：在超冷原子气体中观察到量子湍流的多重特征。[10] 该研究为量子湍流理论提供了实验支持，有助于理解从经典到量子湍流的过渡，但实验条件苛刻。[10]
- HZDR 发现频繁测量可冻结量子过程：通过量子芝诺效应，频繁中断可几乎停止量子计算。[32] 该发现对量子纠错方案提出警示：测量引起的退相干可能抵消纠错收益，需在系统设计中谨慎平衡测量频率。[32]

本周影响



- 中性原子路线图发布后，投资者与政府机构可能重新评估不同量子计算路线的成熟度与风险，加速对中性原子公司的尽职调查。[24]
- Multiverse Computing 巨额融资可能引发量子软件领域新一轮投资热，但需警惕估值泡沫，关注其 AI 压缩技术在边缘设备上的实际部署效果。[14]
- AT&T 与 D-Wave 的商业协议为量子退火在企业中的实用化提供了案例，若后续公布更多性能数据，可能推动物流、金融等领域的类似合作。[20]
- 杭州和光量子的光子 GKP 进展若经独立验证，可能改变光子量子计算的技术竞争格局，但目前信息有限，建议持续关注其同行评审论文或第三方评测。[27]

— Quantinuum 的逻辑错误率新低 (0.00014) 虽令人印象深刻, 但距离实用算法所需的 10^{-10} 级仍有巨大差距, 需关注其后续码距扩展与实时解码进展。[8]

07 编辑

编辑点评

本周量子计算领域呈现两条主线: 一是中性原子路线通过行业路线图明确自身定位与挑战, 二是量子软件在 AI 浪潮中凸显商业价值。中性原子路线图坦诚地指出了循环重复率这一长期被忽视的瓶颈, 这种行业自省有助于避免过度炒作, 但也可能暂时冷却部分投资者的热情。与此同时, Multiverse Computing 的融资规模表明, 量子计算与 AI 的融合正成为资本追逐的新热点, 但需警惕“量子”标签下的泡沫风险。在硬件层面, 自旋量子比特的穿梭容限突破和光子 GKP 的确定性制备尝试, 均为解决各自路线的扩展难题提供了新思路, 但距离实用化仍有显著差距。整体来看, 行业正从“比特数竞赛”转向更务实的“系统工程”阶段, 纠错、互连、软件集成等配套技术的重要性日益凸显。

参考资料

[1] New DUNE technology put to the ultimate stress test

[2] IQT Sunday Edition

- [3] Experimental realization of a bidirectional quantum analog-to-digital converter between photonic wavefront and qubits

- [4] Probing entanglement scaling across a quantum phase transition on a quantum computer

- [5] Topological phase transitions and mixed-state order in a Hubbard quantum simulator

- [6] Alice & Bob's Tiger Codes' Logical Structure Shows Quantum Links to Chain Complex

- [7] Researchers Find Path to 10% Damage Tolerance in Qubit Shuttles

- [8] Quantinuum New Quantum Flag Fault-Tolerant State Preparation Improves Error Rate to

- [9] Los Alamos Lab Links Quantum Spectral Weight to Mott Transition Control

- [10] Quantum Gases Show Turbulence Via Vortices, Waves, and Sound

- [11] CEICO Researchers Map Entanglement Across Distinct CFT Theories

- [12] Securosys Says U.S. Order Sets 2030 Deadline for Contractor Quantum Security

- [13] Mexico Quantum Computing Companies, The Complete Vendor Guide

- [14] Multiverse Computing Secures \$570M to Compress AI for Edge Devices

- [15] Has NASA already found life on Mars?

- [16] Can bees sense magnetic fields?

- [17] The best science books to read this summer, according to Scientific American editors

- [18] Applications Open for Tennessee Quantum Hackathon Focused on Energy Applications

- [19] Pittsburgh Supercomputing Center Will Build New Hybrid Quantum-Classical Supercomputer

- [20] D-Wave and AT&T Explore Quantum Computing Applications in Network Operations

- [21] QTREX and Northeastern University Launch Quantum Interconnect Research Collaboration

- [22] Multiverse Computing Announces Series C Fundraising Targeting up to \$570 Million

- [23] Researchers Measure Long-Lived Ytterbium Ion States for Quantum Applications

- [24] Neutral-Atom Researchers Lay Out Industry-Wide Roadmap Toward Practical Quantum Computing

- [25] QTREX Launches Quantum Interconnect Research Program with Northeastern University and Commercialization Rights to Project IP

- [26] PSC, HPE, and Rigetti Computing Build \$5 Million TangleLab Hybrid Quantum-Classical Supercomputer

- [27] Hefu Quantum Reports Seed Round and Progress Toward Deterministic Photonic GKP Error Correction

- [28] GeoSafe empowers communities to plan for a changing climate

- [29] QTREX Quantum Partners with Northeastern University to Advance Cryogenic Interconnects

- [30] AT&T Expands D-Wave Partnership to Optimize Telecom Network Operations and Agentic AI
- [31] Wise guy
- [32] HZDR Finds Frequent Disruptions Can Freeze Quantum Processes
- [33] IonQ to Report Second Quarter 2026 Financial Results on August 5
- [34] Quantum X Labs Tests AI-Based Error Correction Decoder With NVIDIA CUDA-Q Tools
- [35] Bloq Quantum and QClairvoyance Partner on Quantum Education and Workforce Training

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