

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	43
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 →](#)

IBM量子计算机首次实现纠错后超越经典计算能力

43 篇 · 10 个来源 | [PDF](#) | 本期汇总免费阅读

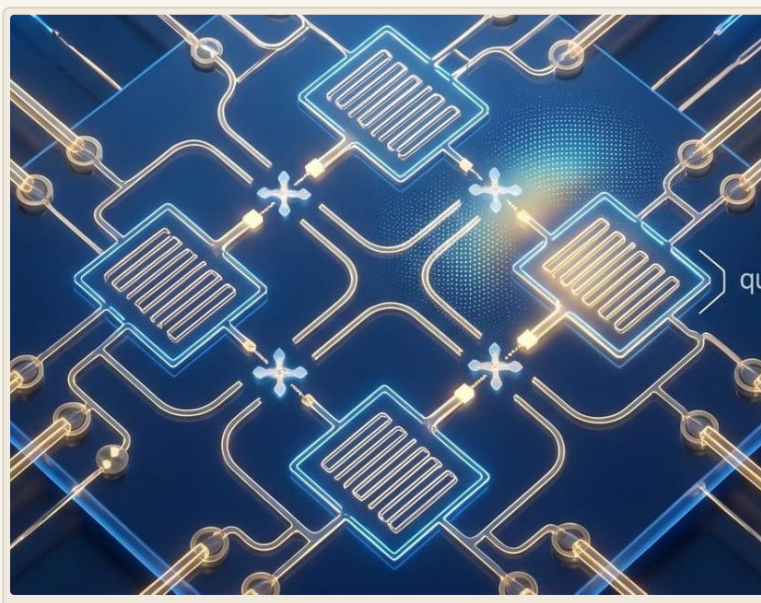
01 亮点

本期亮点



IBM与芝加哥大学联合团队在54量子比特超导处理器上，利用新纠错方法编码70逻辑比特，成功破解经典难以处理的问题，耗时约15分钟，首次通过逻辑电路验证了可信的量子优势^[42]。该结果标志着纠错后的量子计算首次超越经典模拟能力，为实用化容错计算提供了实验证据^[17]。

硬件前沿



超导量子比特

- 研究人员开发了一种混合超导量子比特，通过受控库珀对隧穿效应将奇次谐波抑制了两个数量级，这或意味着在超导量子比特中抑制有害的准粒子隧穿噪声成为可能，为提升相干时间和门保真度提供了新途径^[15]。
- 超导量子比特上观测到时间晶体序，持续了120个周期，这是首次在固态平台上实现如此长的时间晶体行为，验证了非平衡量子物态在噪声环境下的稳定性，对量子模拟和量子存储具有潜在意义^[16]。

光子量子计算

- 一项理论研究提出了可扩展的通用光子量子计算架构，整合了强非线性资源，这为克服光子计算

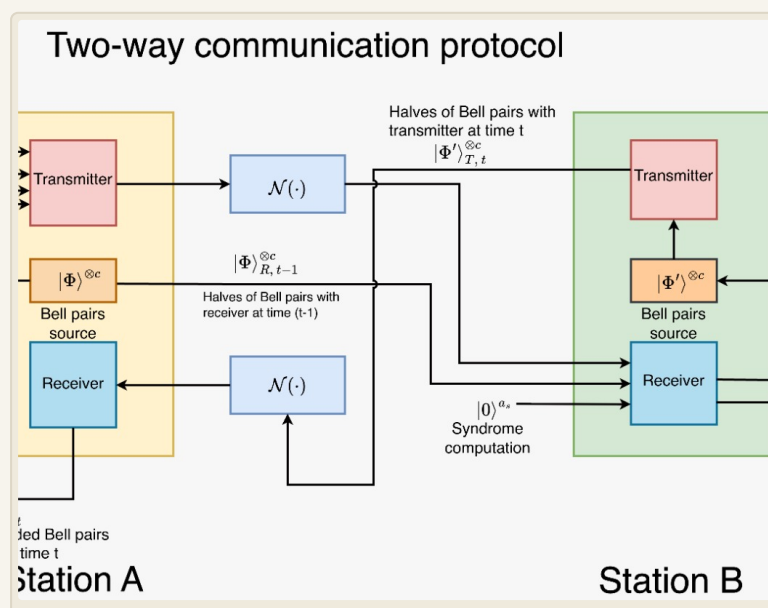
中非线性瓶颈提供了新方案，或推动光子路线走向容错计算^[23]。

量子互联网与互联

- 釜山国立大学与UNIST的研究人员实现了两个独立、非同步量子光源（热原子系综与半导体量子点）之间的双光子干涉，光子不可分辨性达到关键基准，这是构建杂合量子网络的重要一步，首次验证了完全不同物理平台间的量子互联可行性^[26]。

量子模拟与优化硬件

- 54量子比特IQM超导处理器上验证了噪声鲁棒优化框架QISS，其性能在特定问题上超越了QAOA，这表明即使在中等规模含噪设备上，精心设计的启发式算法仍能提取量子计算优势，为近期优化应用提供了新基准^[8]。
- 里德堡量子自旋波寿命通过新寻址方案延长了约9倍，这直接提升了基于里德堡原子的量子中继和量子网络节点的存储时间，向实用化量子存储器迈进了一步^[9]。



量子纠错与容错

- IBM与芝加哥大学演示了70逻辑量子比特的量子优势，采用新纠错方法在逻辑电路上完成经典难以处理的计算，首次在纠错保护下实现可信量子计算，相比于此前逻辑比特演示多限于存储或简单门操作，该工作验证了复杂逻辑电路上的容错能力，但具体纠错码距和逻辑错误率尚未公开，与表面码 $\Lambda \approx 2.1$ 的基准对比仍需完整数据 [17] [42]。
- 一项研究提出了基于累积量展开的框架，用于分析稳定子码中关联相干误差对逻辑错误率的影响，这为量子纠错中非标准噪声的建模提供了新工具，有助于更准确评估容错阈值 [12]。
- 新构造的纠缠辅助准循环量子低密度奇偶校验码通过结构化排列矩阵设计，提升了编码率与纠错能力，这为高效量子纠错码的硬件实现提供了候选方案，尤其在需要低开销的容错架构中具有潜力 [27]。

量子机器学习

- 克利夫兰诊所与IBM开发了量子卷积神经网络模型Q-CHIPP，用于预测肿瘤基因突变产生的新抗原，该模型在免疫治疗靶点筛选上展现出优于经典方法的潜力，标志着量子机器学习在生物医学领域的首次实际应用验证，但尚未在真实量子硬件上实现加速^[7]。

量子优化与应用

- IQM与德国铁路公司合作，在Emerald量子处理器上运行了混合量子-经典优化算法，解决列车调度问题，这是量子计算在交通运输领域的首个端到端真实数据验证，但优化质量相比经典启发式算法的提升幅度尚未披露，需关注实际业务收益^[2]。
- 卡尔曼滤波器被用于超冷原子实验中实时稳定磁场漂移，最高消除70 nT/hr的漂移，该技术提升了量子模拟和量子传感平台的稳定性，可直接移植到其他精密测量系统^[13]。

产业与生态



企业战略与整合

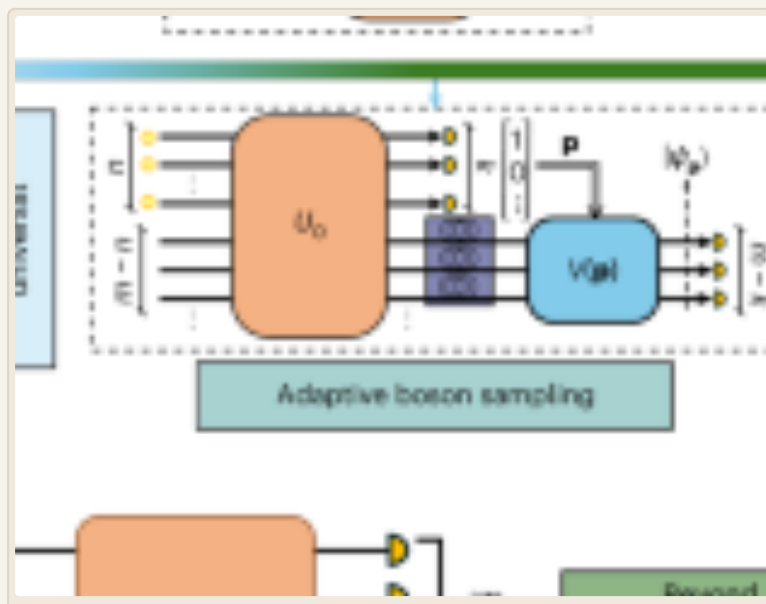
- IonQ完成对SkyWater Technology的收购，成为垂直整合的量子平台公司，拥有内部设计、晶圆制造和封装能力，这是离子阱量子计算公司首次控制半导体制造环节，或加速离子阱芯片的规模化生产并降低成本^{[24][36]}。
- SEALSQ开始商业部署Miraex的量子光子技术，这标志着量子光子传感或通信组件进入市场，对量子安全与量子网络产业链是积极信号^[35]。
- EY在加拿大部署了现场量子计算机，作为其全球技术战略的一部分，这显示专业服务公司正积极构建量子计算内部能力，以探索金融、优化等领域的应用，并可能影响企业客户对量子技术的采用^{[3][10]}。

政策与资金

- 美国国家科学基金会向加州大学圣地亚哥分校拨款1800万美元，建立量子材料MRSEC，作为1.08亿美元国家材料计划的一部分，这将加速拓扑材料、超导量子材料等基础研究，为下一代量子硬件提供材料科学支撑^[5]。
- 美国海军研究实验室量子科学研究所公布了战略研究重点，围绕导航、传感和安全通信协调海军量子信息科技工作，反映出国防领域对量子技术的持续投入和实用化需求^{[14][25]}。

市场与生态

- IBM CEO预计量子计算将在2020年代末开始贡献收入，到2030年代末创造万亿美元价值，这一乐观预测虽代表产业巨头对量子商业化节奏的判断，但需结合技术里程碑审慎评估，短期营收仍依赖量子云服务和软件工具^[40]。
- Two Hands Corporation（拟更名Quantum X Inc.）开始其量子电路模拟器EntangleX的外部beta测试，尽管该公司为微型股，但量子软件工具的生态碎片化趋势明显，初创企业正争夺模拟器市场份额^[1]。
- Vexlum在英国设立研发实验室，专注VECSEL激光器，该技术是离子阱和中性原子量子计算机的关键光源，此举或增强欧洲在量子硬件上游供应链的自主性^[4]。



量子纠错与容错理论

- 新论文《Extensible universal photonic quantum computing with nonlinearity》提出了整合非线性资源的光子量子计算架构，解决了光子通用计算中长期存在的非线性瓶颈，为可扩展光子容错计算提供了理论蓝图 [23]。
- 纠缠辅助准循环量子LDPC码的研究通过结构化设计实现了高效编码，这类码在容错开销上具有潜在优势，可能影响未来纠错码的硬件选择 [27]。

量子噪声与错误缓解

- 累积量展开框架为关联相干错误提供了可处理的逻辑错误率表达式，该工具可集成到现有纠错模拟器中，提升对真实噪声的预测能力 [12]。

量子网络与互联

- 独立量子光源间的双光子干涉演示，验证了杂合量子网络的核心技术可行性，首次实现了原子系综与量子点两种不同物理系统的量子互联，为分布式量子计算和量子中继奠定基础^[26]。

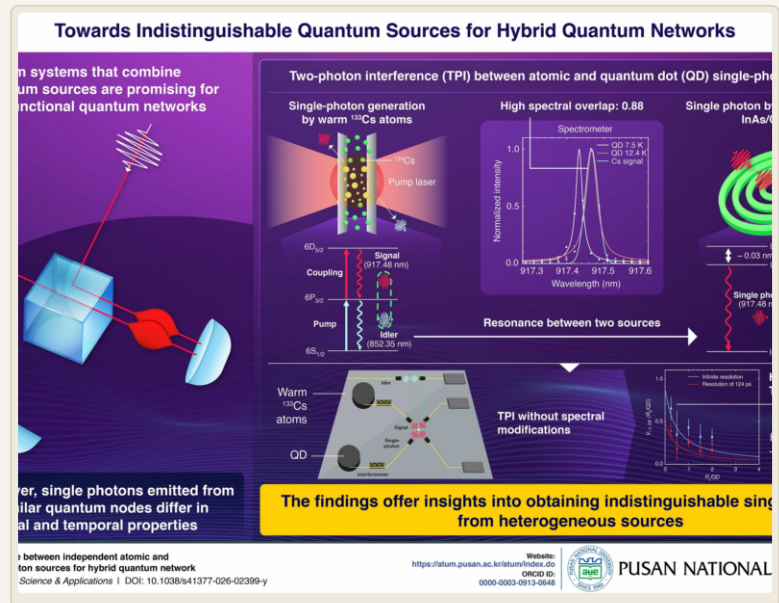
量子模拟与物态

- 超导量子比特上观测到时间晶体序，持续120周期，该工作在固态平台上验证了时间晶体的鲁棒性，为研究非平衡量子相变提供了新实验平台^[16]。

量子算法与应用

- Q-CHIPP模型将量子机器学习应用于癌症新抗原预测，在免疫治疗靶点发现上取得优于经典模型的初步结果，展示了量子计算在精准医疗中的潜力^[7]。

本周影响



- **对超导量子计算路线：**IBM逻辑比特量子优势演示^[42]强化了超导平台在容错计算竞赛中的领先地位，但具体纠错性能指标未公开，竞争对手如Google Willow（表面码 $\Lambda \approx 2.1$ ）仍保有明确基准，需关注后续码距与错误率数据。
- **对离子阱和中性原子路线：**IonQ收购SkyWater^[24]可能加速离子阱芯片制造，但垂直整合能否解决离子阱比特数扩展慢的固有短板（目前最高98比特）仍是疑问；中性原子路线（QuEra 96逻辑比特）在逻辑比特数上仍领先，但循环重复率低的问题尚未解决，光子互联进展^[26]或为中性原子提供远程纠缠方案。
- **对量子软件与应用生态：**IQM与德国铁路的调度优化^[2]和克利夫兰诊所的量子机器学习^[7]表明，含噪中等规模量子设备开始在特定垂直领域寻找应用切入点，但距离明确量子优势仍有距离，需警惕过度宣传。

- **对量子安全与通信产业：**SEALSQ量子光子技术商业化^[35]和海军量子战略^[25]显示，量子通信与传感的实用化进程可能快于量子计算，尤其在国防与金融领域。
- **对投资者：**IBM CEO的长期营收预测^[40]和微型股公司EntangleX测试^[1]形成鲜明对比，反映量子计算市场仍处早期，投资者需区分技术突破与商业炒作，关注纠错和规模化等硬指标。

07 编辑

编辑点评

本周最大进展无疑是IBM与芝加哥大学的70逻辑比特量子优势演示，这是纠错量子计算首次在逻辑电路上超越经典模拟，标志着容错计算从原理验证迈向可信计算。然而，该结果尚未以同行评审形式发布，具体纠错码距、逻辑错误率及与表面码 Λ 因子的对比仍待披露，其技术路线选择（非标准纠错码）可能引发争议。与此同时，硬件层面其他路线也在推进：混合超导量子比特的噪声抑制、光子互联的异质集成、时间晶体的长周期观测，均指向量子系统控制精度的提升。产业界则呈现整合趋势，IonQ的垂直收购和EY的现场部署表明，企业正从探索转向构建内部能力。但需警惕，量子计算商业化仍面临工程化鸿沟，近期应用多限于特定优化问题，通用容错计算尚需更多实验证据。未来几周，应关注IBM成果的详细数据公布、其他纠错平台的回应，以及量子软件在实际业务中的ROI验证。

参考资料

- [1] Two Hands Corporation Begins External Beta Testing for EntangleX Quantum Simulator
- [2] IQM and Deutsche Bahn Execute Hybrid Quantum Algorithm for Railway Scheduling
- [3] EY Expands In-House Capabilities with On-Site Quantum Computer Hub in Canada
- [4] Vexlum Establishes UK Operations and Appoints Dr. Stefan Truppe as Managing Director
- [5] NSF Awards UC San Diego \$18 Million MRSEC Grant for Quantum Materials Development in \$108 Million National Materials Initiative
- [6] Podcast with Cierra Lunde and Mike Kilroy from HKA Marketing Communications
- [7] Cleveland Clinic and IBM Develop Quantum Machine Learning Model for Cancer Neoantigen Prediction
- [8] 54-Qubit Device Validates Noise-Resilient Optimization Framework
- [9] Rydberg Quantum Spinwaves Last 9× Longer With New Addressing Scheme
- [10] EY Deploys On-Site Quantum Computing for Enterprise Transformation
- [11] Lov Grover, The Engineer Who Taught Quantum Computers To Search
- [12] Cumulant Framework Analyzes Quantum Noise Beyond Standard Models

- [13] Kalman Filter Reduces Magnetic Field Drift in Quantum Gas Experiments

- [14] NRL's Quantum Science Institute Coordinates Navy's QIST Research

- [15] New Qubit Suppresses Odd Harmonics by Two Orders of Magnitude

- [16] Superconducting Qubits Show Time-Crystalline Order for 120 Cycles

- [17] IBM & Chicago Verify Quantum Advantage With New Error Correction

- [18] Gil Kalai (Hebrew University / Reichman University): Why noise may doom quantum computers

- [19] The case for AI people really trust

- [20] 300,000 volts: US team puts world's largest neutrino detector through extreme stress test

- [21] First AI-driven telescope goes stargazing

- [22] Snake oil for sale!

- [23] Extensible universal photonic quantum computing with nonlinearity

- [24] IonQ Completes Acquisition of SkyWater Technology, Establishing Vertically Integrated Quantum Platform

- [25] U.S. Naval Research Laboratory Outlines Strategic Quantum Research Priorities

- [26] Pusan National University and UNIST Demonstrate Hybrid Quantum Interconnect Benchmark

- [27] Entanglement-assisted Quasi-cyclic Quantum Low-density Parity-check Codes over Qubits

- [28] Postpartum psychosis is at the center of the Lindsay Clancy trial. What is it?

- [29] AI helped produce two proofs for the same cryptography problem

- [30] Eating less protein could help you live longer

- [31] How to surf on Saturn's moon Titan

- [32] Secret eruption offers tantalizing glimpse of underwater volcanoes

- [33] The untold science and drama of Lewis and Clark's expedition

- [34] Europe Approves Bionic Eye to Restore Vision Lost to Blindness

- [35] SEALSQ Begins Commercial Deployment of Miraex Quantum Photonics Technology

- [36] IonQ Completes Acquisition of SkyWater Technology

- [37] French National Quantum Update: July 2026

- [38] Why Crypto-Agility Matters for Post-Quantum Cryptography Migration

- [39] UC San Diego Advances Quantum Metamaterials for Ultrafast Optical Computing

- [40] IBM CEO Expects Quantum Computing to Drive Revenue by 2020s, Trillion-Dollar Value by End of 2030s

- [41] BlueQubit Supports Qedma, IBM and RIKEN Study on Error-Mitigated Quantum Simulation

- [42] IBM and University of Chicago Demonstrate Verified Logical Quantum Computation Beyond Classical Simulation

[43] Simantic scales from Waterloo startup to
global AI hardware innovator

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