

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	19
信息来源	4
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量子计算机首次以逻辑比特 破解超算难题

19 篇 · 4 个来源 | [PDF](#) | 本期汇总免费阅读

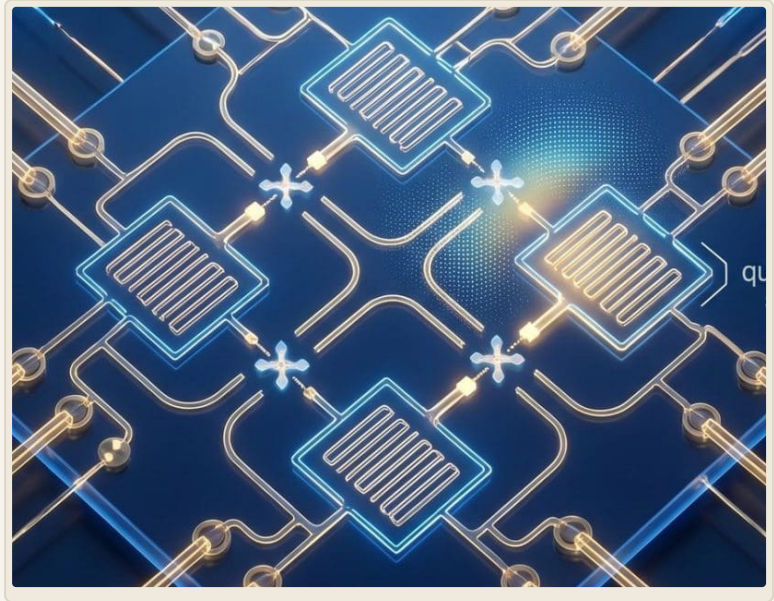
01 亮点

本期亮点

IBM与芝加哥大学联合演示了70个逻辑量子比特，在约15分钟内解决了一个经典超算难以处理的问题，首次在可信量子计算框架下验证了量子优势^[17]。该工作采用新型纠错方法，将逻辑比特数从QuEra的96个纪录进一步推向实用化，但编码效率与循环重复率仍待提升^[17]。

02 硬件

硬件前沿



超导量子比特

- IBM与芝加哥大学使用新型纠错方法编码70个逻辑量子比特，在约15分钟内破解经典难解问题，首次在可信量子计算框架下验证量子优势^[17]。

为什么重要：逻辑比特数超越QuEra的96个纪录（后者为中性原子平台），且首次实现可信量子计算，标志着超导路线在纠错能力上取得重大突破；但该结果证据等级暂为E3（预印本），需独立复测确认，且逻辑比特保真度与表面码 Λ 值尚未公开，距离实用化仍缺实时纠错与低错误率演示。

- 一种新型混合超导量子比特通过控制库珀对隧穿，将奇次谐波抑制了两个数量级^[15]。**为什么重要：**奇次谐波是超导量子比特中引起退相干和串扰的关键因素，抑制两个数量级有望显著提升量子比特的相干性和门保真度，或使超导量子比特的T1/T2接近当前SOTA水平（如Google

Willow的~100 μ s)，但该结果仅为器件级演示，尚未集成到多比特系统中。

- 超导量子比特中观察到时间晶体序，并维持了120个周期^[16]。**为什么重要：**时间晶体是量子多体系统的新型非平衡相，在超导平台上实现120个周期的稳定振荡，刷新了此前类似实验的周期数纪录（通常仅数十个周期），为探索量子系统的动力学相变提供了新平台，但该现象与量子计算实用化的直接关联尚不明确。

中性原子量子比特

- 研究人员通过新的寻址方案，将里德堡集体激发寿命延长了近9倍^[9]。**为什么重要：**里德堡激发寿命是中性原子量子门操作的关键限制因素，9倍延长意味着门错误率可能显著降低，有望将双比特门保真度从当前SOTA的99.5%–99.6%推向更高水平，但该技术尚未在并行门操作中验证，且中性原子路线仍面临循环重复率低（典型1–10 Hz）的瓶颈。

量子比特技术

- 一种新量子比特通过控制库珀对隧穿抑制奇次谐波两个数量级^[15]（详见超导部分）。

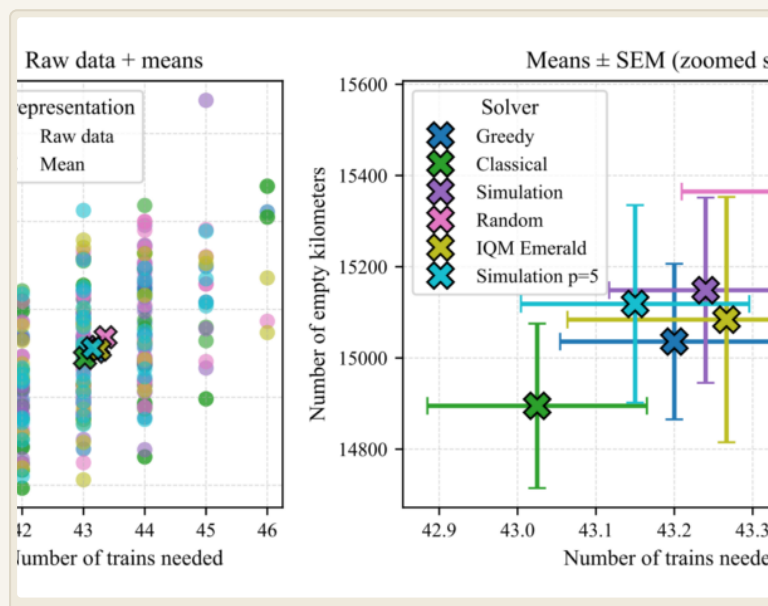
量子模拟

- Two Hands Corporation的EntangleX量子电路模拟软件开始外部Beta测试^[1]。**为什么重要：**作为一款量子电路模拟器，其性能与现有工具（如Qiskit、Cirq）相比尚不明确，但若能在特定场景下提供差异化优势，或为量子算法开发提供新

选择，目前处于早期阶段，对行业格局影响有限。

03 算法

算法与软件



量子纠错

- IBM与芝加哥大学采用新型纠错方法编码70个逻辑量子比特，在约15分钟内解决经典难解问题 [17]（详见硬件前沿）。
- 一种通用累积量展开框架用于分析稳定子码中的关联相干错误，得到逻辑不忠度的可处理表达式 [12]。**为什么重要：**该框架超越了标准噪声模型，能更准确地预测逻辑错误率，为设计容错量子计算机提供关键理论工具，或将加速纠错码的优化，但实际效果需在实验平台上验证。

量子优化

- IQM与德国铁路公司合作，在54量子比特的IQM Emerald处理器上执行混合量子-经典优化算法，解决轨道车辆调度问题^[2]。**为什么重要：**这是量子计算在真实工业数据上的端到端演示，展示了量子优化在物流领域的潜力；54量子比特规模虽落后于超导SOTA（如IBM的120量子比特），但针对特定优化问题的性能或可媲美经典启发式算法，距离实用化仍需更大规模与更高保真度。
- 量子信息替代抽样（QISS）框架在54量子比特 IQM Emerald设备上验证，取得了具有竞争力的优化结果，甚至超越了QAOA^[8]。**为什么重要：**QISS是一种噪声韧性优化框架，在现有量子硬件上超越QAOA，意味着它可能成为近期量子优化算法的新基准，但54量子比特规模下仍无法解决实际大规模问题，需在更大系统上验证。

量子机器学习

- 克利夫兰诊所与IBM开发了量子机器学习框架Q-CHIPP，用于预测肿瘤基因突变产生的免疫原性新抗原^[7]。**为什么重要：**该工作发表在《科学进展》，首次将量子卷积神经网络应用于癌症新抗原预测，在特定数据集上或比经典方法更具效率，但量子优势尚未严格证明，且依赖近期量子硬件，距离临床实用仍有距离。



企业部署与合作

- EY在加拿大部署现场量子计算机，作为其全球企业技术战略的一部分^[3]。**为什么重要：**四大会计师事务所之一直接采购量子硬件，标志着量子计算从实验室走向企业级应用，可能加速金融服务等行业的量子算法落地，但具体硬件型号与性能未披露，实际效用有待观察。
- IQM与德国铁路公司合作执行混合量子算法解决铁路调度问题^[2]（详见算法部分）。

政策与资金

- NSF向加州大学圣地亚哥分校拨款1800万美元，建立专注于量子材料开发的MRSEC，作为1.08亿美元国家材料计划的一部分^[5]。**为什么重要：**该投资将推动新型量子材料的研发，可能为超导、拓扑等量子比特平台提供更优材料，长远影响量子计算硬件性能，但短期内难以突破现有瓶颈。

市场与生态

- Two Hands Corporation的EntangleX量子模拟器开始外部Beta测试^[1]（详见硬件前沿）。
- Vexlum在英国设立研发实验室，并任命Stefan Truppe博士为总经理，专注于VECSEL激光技术^[4]。**为什么重要：**VECSEL激光器是离子阱和中性原子量子计算机的关键组件，Vexlum的扩张可能加速高性能激光器的商业化，降低量子硬件成本，但需关注其技术指标是否满足量子计算需求。
- 美国海军研究实验室的量子科学研究所协调海军量子信息科学工作，开发导航、传感和安全通信技术^[14]。**为什么重要：**军方对量子技术的持续投入表明其在国防领域的战略价值，可能推动量子传感与通信的实用化，但对量子计算产业格局直接影响有限。

学术前沿



量子纠错与噪声

- 累积量框架分析稳定子码的关联相干错误^[12]（详见算法部分）。

量子控制与测量

- 卡尔曼滤波器用于超冷原子实验中的磁场稳定，消除高达70 nT/小时的漂移^[13]。**为什么重要：**磁场漂移是超冷原子实验中退相干的主要来源之一，该技术将磁场稳定性提升至新水平，或直接提高中性原子和离子阱量子比特的相干时间，但尚未与量子门操作集成验证。

时间晶体与动力学

- 超导量子比特中观察到时间晶体序并维持120个周期^[16]（详见硬件前沿）。

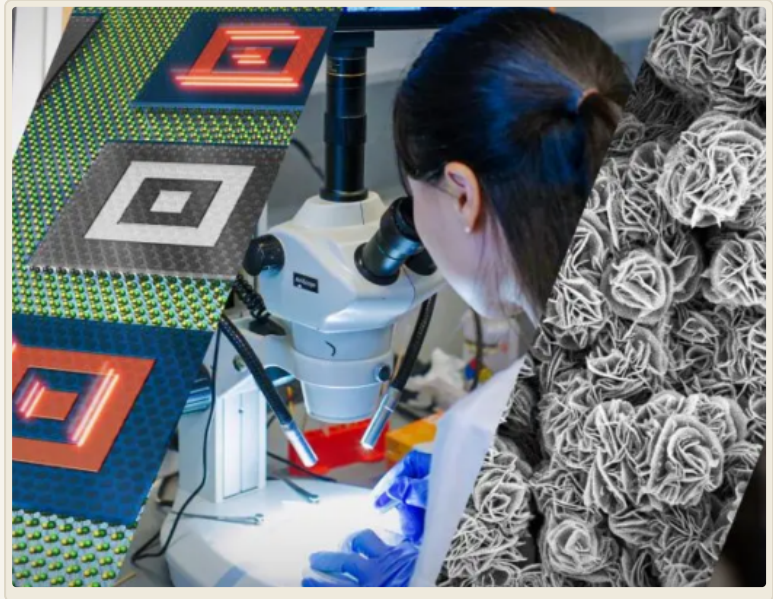
量子算法与应用

- 克利夫兰诊所与IBM的Q-CHIPP框架用于癌症新抗原预测^[7]（详见算法部分）。
- QISS优化框架在54量子比特设备上验证^[8]（详见算法部分）。

其他

- Gil Kalai发表观点认为噪声可能最终阻碍量子计算机的实现^[18]。**为什么重要：**作为量子计算怀疑论的代表人物，Kalai的观点持续引发学界讨论，但当前实验进展（如逻辑比特演示）已部分反驳其早期论断，该文可能影响公众与投资者信心，需关注其具体论据是否针对最新进展。
- Lov Grover的贡献回顾^[11]：Grover搜索算法是量子计算的奠基算法之一，其历史回顾有助于理解量子优势的起源，但对当前技术发展无直接影响。

本周影响



- **超导量子计算路线受到提振：**IBM与芝加哥大学的70逻辑比特演示^[17]表明超导路线在纠错能力上可与中性原子竞争，可能影响投资者和政府对于超导路线的信心，后续需关注该结果的独立复测以及逻辑错误率数据。
- **企业量子计算应用加速：**EY现场部署量子计算机^[3]和IQM与德国铁路的合作^[2]显示量子计算正从研究走向行业试点，金融服务和物流领域的企业可能加快量子技术探索，但需警惕炒作风险。
- **量子材料研究获重大资助：**NSF的1.08亿美元材料计划^[5]将长期支持量子材料开发，可能为硬件性能提升提供基础，但短期内难以改变硬件竞争格局。
- **噪声分析理论工具增强：**累积量框架^[12]为纠错码设计提供了新工具，可能帮助研究人员更准确地评估近期量子硬件的容错能力，影响纠错实验的设计。

— **中性原子路线面临新挑战：**里德堡激发寿命延长
[9]虽提升中性原子性能，但IBM的逻辑比特演示
[17]表明超导路线在逻辑比特数量上快速追赶，
中性原子需在循环重复率和逻辑门保真度上继续
突破以保持领先。

07 编辑

编辑点评

本周最引人注目的进展是IBM和芝加哥大学展示的70逻辑量子比特可信量子计算演示。这一结果若通过独立复测，将标志着量子纠错进入新阶段：逻辑比特数量首次接近百级，且初步验证了量子优势。然而，该演示的编码效率和错误率尚未公布，与Quantinuum的2:1编码比或QuEra的96逻辑比特相比，其实际容错能力仍有待评估。超导平台在逻辑比特上的突破可能重塑技术路线竞争格局，此前中性原子在逻辑比特数量上领先，但超导路线在门速度和集成度上具有传统优势。产业方面，EY等企业开始直接部署量子硬件，表明量子计算正从实验室走向实际应用场景，但早期部署更多是战略卡位，真正的商业价值仍需数年验证。学术上，噪声分析框架和时间晶体等基础研究持续深化，为长远发展提供理论支撑，但近期量子计算的核心挑战仍是提高逻辑比特的质量和数量。

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

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