

100比特量子计算机跑通实时动态重置控制

35 篇 · 12 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

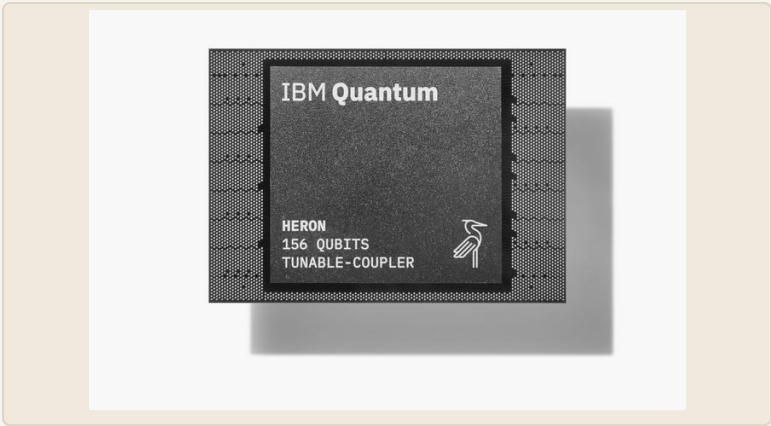
收录报道	35
信息来源	12
阅读时长	约 19 分钟

当前 SOTA

物理比特	1,180
2Q 保真度	99.99%
逻辑比特	96 LQ

01 亮点

今日三件事

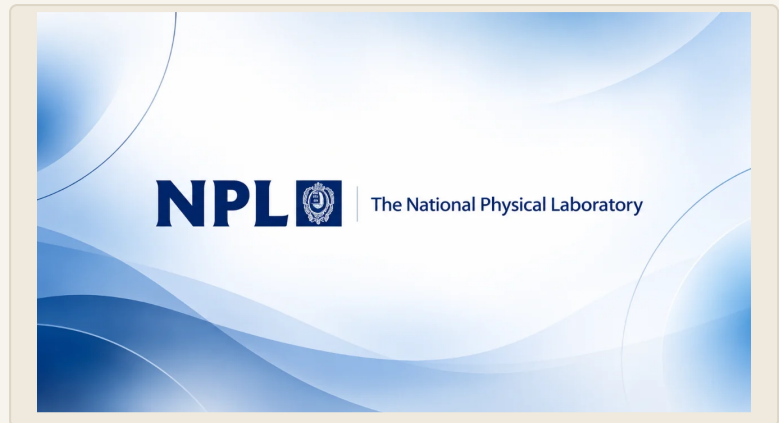


- IBM跑通百比特实时重置控制** 罗格斯大学与IBM在100个超导量子比特芯片上演示了运行时状态探测与主动重置闭环^[32]——首次在百比特规模压制混沌扩散，奠定超导容错基石。
- Quantum eMotion拟2400万美元并购安全商Plurilock** Quantum eMotion计划以3380万加元（约2400万美元）收购企业安全商Plurilock并在11月18日表决^[10]——打通量子随机数芯片进入北美企业级安全市场的商业通道。
- Coherence Quantum完成310万美元极低温测控融资** Coherence Quantum获278万欧元（约310万美元）种子轮资金以研发固态芯片低温接

口^[11]——直击超导与自旋芯片十万比特级微波布线与热负载瓶颈。

02 硬件

硬件前沿



超导路线

罗格斯大学与IBM等机构的研究人员在包含100个超导量子比特（约瑟夫森结人造原子）的处理芯片上，成功演示了多轮动态测量与实时重置控制回路^[32]。系统在量子算法运行期间持续提取校验信号，并在探测到非预期态跃迁时立即触发条件微波脉冲重置对应单元，将失控的扩散行为重新收敛回目标子空间^[32]。

对照硬件SOTA基线：此前谷歌 Willow 处理器在105个超导物理比特上演示了表面码（一种容错纠错编码）码距从3至7的实时纠错闭环并测得误差压制因子 $\lambda \approx 2.1\%$ 。IBM与罗格斯大学本次在100个物理比特规模上实现了全芯片级的动态电路主动重置，推进了超导芯片对多体量子混沌的主动抑制能力，与 Willow 同处百比特级实时

反馈控制前沿^[32]。然而距离真正的容错实用化，该系统目前仍缺少两项核心指标：第一，尚未公布在主动重置闭环下的表面码纠错码距标度与阈值因子 λ 数据（基线标准为 $\lambda > 1.2$ ）；第二，超导芯片固有的TLS（二能级系统缺陷）波动会导致相干时间产生2至3倍的随机起伏，全芯片并行执行动态控制时的高频微波串扰消除机制仍待量化验证。

这一进展直接影响超导整机硬件的底层架构演进，推动控制器从预编译静态脉冲向纳秒级低延迟数字反馈控制板卡升级，预计将在12至24个月内成为超导生产级云平台标配功能^[32]。

离子阱路线

研究团队通过引入原子存储器（光量子态暂存介质），将空间相距数米的两个独立囚禁离子之间的量子纠缠态维持了约10秒^[6]。该测试通过光纤信道完成远距节点纠缠分发，并借助中间原子存储介质阻断外界退相干通道^[6]。

对照硬件SOTA基线：当前商用离子阱系统全比特对保真度最高为99.921%（Quantinuum Helios），单节点时钟态相干时间可达秒至分钟量级。本次实验将远离子对的纠缠寿命推升至约10秒，相较于此前光纤直连下通常仅有毫秒级的纠缠留存寿命，有效相干时间提升了近千倍，跨过了分布式量子中继节点间纠缠分发与远距量子逻辑门所需的时间窗口门槛^[6]。但对标实用化分布式量子网络，系统仍存在明确短板：离子阱固有的离子输运开销使循环重复率普遍处于1至10赫兹的硬约束区间，且远距

纠缠制备成功率仍偏低，尚未给出实测的端到端纠缠分发速率预算表。

该成果将直接加速量子中继器原型机从实验室走向外场验证，技术成熟周期预计缩短至3至5年，为电信运营商骨干量子网与分布式离子阱计算集群互联提供了工程可行性依据^[6]。

英国国家物理实验室（NPL）获得英国政府技术转让办公室（GOTT）的专项资金支持，用于加速下一代离子阱量子计算扩展技术的工程化研发^[26]。该项目核心聚焦于突破离子阱微加工制造、片上光波导集成以及多离子输运保真度退化等工程瓶颈^[26]。此举将推动学术级复杂微纳三维离子阱芯片向标准化半导体代工厂量产制造工艺收敛，解决QCCD（电荷耦合离子阱架构）中高密度光纤对准与微波电极发热难题，预计在未来2至3年内向欧洲及英国量子初创企业输出晶圆级微加工离子阱核心部件^[26]。

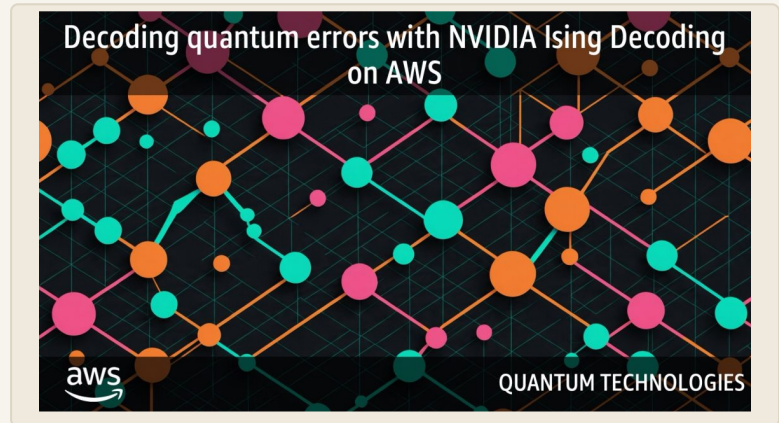
固态芯片低温控制与基础物理

欧洲量子硬件初创公司Coherence Quantum宣布完成278万欧元（约310万美元）种子轮融资，用于设立研发实验室并构建面向超导与半导体硅自旋处理器的模块化极低温量子测控接口基础设施^[11]。当前固态量子处理器向千比特以上扩展时，稀释制冷机面临严苛的高密度射频布线与热负载红线；Coherence Quantum研发集成于4开尔文及毫开尔文温区的高密度低噪声信号调理元件，有望将千比特级单路布线热耗降低数倍，化解超导与自旋芯片

十万比特级微波连线瓶颈，并加速原型制造，具体交付时间未披露^[11]。

美国西北大学物理学团队在实验中成功将单个正电子（电子的反物质对应粒子）捕获于高精度潘宁阱（带电粒子电磁囚禁装置）中，并使其处于受控量子态长达数月之久^[5]。这是国际上首次实现单粒子级反物质体系在数月时间尺度内的长相干态囚禁与高精度操控，相较此前带电反物质粒子的操控时间延长了数个数量级，跨越了精密测量中的粒子寿命制约，为验证CPT对称性等物理定律设立了全新精度标尺^[5]。

克罗地亚萨格勒布物理研究所量子技术组与萨格勒布大学理学院物理系团队在热铷原子蒸气中利用光诱导光子晶格，首次在实验中观测到一维离散孤子（周期介质无色散光包）的存在^[4]。该实验摆脱了传统冷原子体系对复杂超高真空和激光冷却装置的依赖，首次在室温气室中实现了非线性光子晶格的精确连续调控，为全光信息处理与紧凑型室温光子模拟器件开辟了低成本工程路径^[4]。



纠错解码与算法架构

英伟达（NVIDIA）在亚马逊云科技（AWS）上正式部署了基于伊辛模型（自旋相互作用物理模型）的量子纠错解码算法服务^[1]。该方案利用图形处理器（GPU）大规模并行张量算力加速逻辑比特的校验子解码（综合测量推算错误位置），支持云端量子处理器进行低延迟纠错数据流匹配^[1]。

此项服务改变了量子纠错解码长期依赖定制FPGA或专用集成电路的研发模式，首次验证了在通用公有云GPU架构上执行大规模表面码校验子实时图匹配的高吞吐能力^[1]。英伟达算力生态借此进一步纵深切入量子纠错核心技术链，大幅降低了硬件厂商搭建全栈纠错云平台的研发门槛，具体开放测试时间未披露^[1]。

科研人员提出一种新型量子预测算法，在对复杂随机过程（如金融尾部风险及地质事件）进行演化推演时，成功将所需记录的历史状态信息内存消耗大幅压缩^[18]。理论证明在多模态随机变量长程关联建模中，量子内部状态的冯·诺伊曼熵显著低于经典隐马尔可夫模型所需的经典香农信息熵，在无损保留

未来概率预测精度的前提下突破经典状态空间维数灾难，为拥有数十至数百个物理比特的中早期含噪声处理器提供了兼具实用价值的算法路线^[18]。

美国佛罗里达中央大学（UCF）电气与计算机工程系科研团队获得美国能源部（DOE）40万美元专项科研资助，主导探索部分容错量子计算架构下的硬件成本消减方案^[16]。该项目旨在通过算子重构、动态错误识别与物理拓扑协同优化，在有限物理硬件开销下平衡量子模拟精度要求，成果预计在两年内输出为开源编译模块，供北美国家实验室和高校调用^[16]。

系统平台与自动化工具

中性原子量子计算厂商Pasqal发布了一套开源的自动化智能体工具包（Neutral-Atom Agentic Toolkit），并演示了利用自动化工作流在其实体中性原子量子处理器（QPU）上完整复现258篇arXiv量子理论物理论文实验结果的全流程^[13]。该系统打通了从科学文献理论模型自动提取算符、编译为光镊阵列激光脉冲序列，直至驱动真实物理芯片测量的全自主闭环，将科研成果转化为物理量子电路的耗时从数周缩减至数小时，构筑了中性原子路线的应用软件壁垒^[13]。

量子开发平台qBraid发布了专为硬件提供商和系统运营商设计的专用操作系统qBraid OS^[27]。该系统提供覆盖多租户任务排队调度、动态资源隔离、量子处理器与经典加速卡协同编排以及多维度用量计费结算等底层系统管理能力，支持硬件提供商与系

统运营商向用户提供商业化服务或用于内部运行
[27]。

量子算力集成平台QCentroid在德国柏林举行的技术会议上实机演示了其基准测试工具QCentroid Missions，该工具能在统一平台上并行对比经典算法、量子启发式算法（模拟量子效应经典算法）以及真实量子求解器在同一行业实际优化问题中的算力功耗、求解精度与时间延迟，量化输出对比组织现有生产基线的加速比报告^[14]。

04 产业

产业与生态



商业并购与投融资

企业级网络安全与身份认证公司Plurilock Security Inc.正式提交信息通告，定于2026年11月18日举行特别股东大会，表决被加拿大量子安全上市公司Quantum eMotion以3380万加元（约合2400万美元）收购的交易案^[10]。根据收购条款，Plurilock股东持有的每股股票将换得0.084加元现金和0.0763股Quantum eMotion普通股^[10]。

这是纯量子硬件厂商纵向收购传统成熟企业级IT安全软件公司的典型标杆案例^[10]。Quantum eMotion的核心技术为微米级量子隧道结随机数发生器（QRNG），而Plurilock拥有在政府、金融和医疗行业成熟的零信任终端身份验证客户网络与分销渠道，二者合并打破了量子硬件元器件厂商难以独立建立企业直销渠道的商业化困境，预计将在北美后量子迁移市场引发更多传统网络安全集成商与量子硬件标的的整合并购潮^[10]。

产业合规与网络方案

第三方网络风险评级机构Black Kite在其安全评级引擎中上线“抗量子就绪度（Quantum Readiness）”专项审计模块，专门用于评估跨国企业外部供应链厂商防范后量子密码（PQC）安全风险的合规情况^[12]。该审计标准直接锚定美国白宫管理和预算办公室第M-26-15号备忘录以及欧盟《网络与信息系统安全指令第二版》（NIS2）的强制迁移时间表，旨在拦截针对高价值数据的“先窃取、后解密”攻击隐患^[12]。这标志着抗量子密码迁移正式升级为影响企业供应链准入与信用评级的硬性商业指标，倒逼全球跨国银行、国防工业承包商及SaaS软件服务商在2026至2027年内强制将PQC盘点纳入供应商合规审核清单^[12]。

日本东芝公司（Toshiba）宣布在全球正式发布其“量子安全网络（QSN）平台”，推出一套集成了多厂商兼容硬件管理与网络自动化部署能力的统一量子保密通信架构^[34]。该平台改变了以往量子密钥分发（QKD）设备与后量子密码网络各厂商接口割裂、依赖高度定制集成的痛点，强化了东芝在欧洲

电信运营商骨干网升级中的话语权，与英国电信等巨头的商用网络试点形成深度捆绑^[34]。

政府资助与国际合作

美国多家联邦政府机构发布新一批量子化学与量子生命科学扶持专项清单，详细列明了能源部与国家卫生研究院对量子算法赋能生物分子建模与酶催化动力学研究的资助流向，并设定了未来研究成果向商业化转化的阶段性目标^[2]。

在越南国家主席苏林与丹麦国王弗雷德里克十世的共同见证下，越南科技集团FPT与丹麦哥本哈根大学尼尔斯·玻尔研究所（Niels Bohr Institute）在哥本哈根正式签署量子技术战略合作协议，围绕量子计算基础研发、国际化人才联合培养及东南亚区域量子算力应用孵化展开深度合作[15, 31]。

韩国科学技术信息通信部联合民间企业启动为期三年的量子通信测试床扩建工程，规划执行期自2026年持续至2028年，旨在通过建设国内商业枢纽、海外连通节点和前沿试验中心，全面加速韩国自主研发的量子通信技术与产品的实地检验与商业转化^[28]。



密码体系与安全漏洞演练

网络安全研究员公布了一起涉及电子认证机构（CA）密钥泄露的真实案例复盘：由于证书生成仪式中的参数配置失误，印度认证机构eMudhra的8组中级证书颁发机构私钥，在长达17个月的时间内均可直接通过其公开证书中的公钥参数经数学计算反推破解^[7]。虽然谷歌Chrome与火狐Firefox等主流浏览器根证书库在收到警报后数小时内即完成了全面拉黑与拦截，但由于Linux分发体系、嵌入式运行时以及海量物联网（IoT）设备缺乏实时在线证书状态协议响应，受影响设备的完全吊销预计需要数年之久^[7]。

技术含义上，这起事故构成了全网范围内演练“Q-Day（量子攻破传统公钥临界日）”爆发时的微缩实战样本，清晰暴露出传统公钥基础设施在私钥失效时的非对称脆弱性：桌面应用生态具备小时级快速响应能力，但工业底层固件和嵌入式终端对密码失效的修补周期长达数年^[7]。该事件敲响了金融结算与工业控制系统防范量子破译的警钟，倒逼关键

基础设施加速推行密码敏捷性（动态热替换密码算法能力）架构^[7]。

连续变量与量子态恢复

发表于《自然·npj量子信息》（npj Quantum Information）的学术论文展示了一种用于连续变量光量子系统的量子态平滑化协议^[3]。该技术通过在含噪声的光学动态演化轨迹中综合利用过去和未来的连续弱测量信息，成功逆向还原并追踪了光场的纯度以及正交压缩（压低某一分量量子涨落）特性^[3]。

该研究突破了传统因果滤波方法仅依赖历史测量的数学限制，首次在连续变量光学系统中实现了后验信息辅助下的量子态高保真重构，在不引入额外光子损耗的情况下有效补偿了探测器不完备测量带来的退相干虚假衰减，直接利好连续变量光量子计算与压缩光精密干涉测量系统^[3]。

纠错数学与算法防御

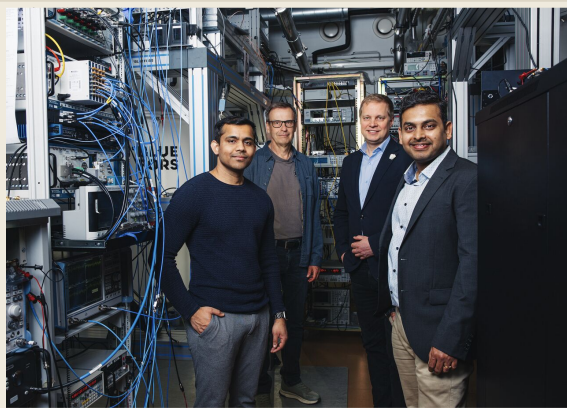
一家推行预注册科学研究模式的独立学术团队公开了五项关于佩茨恢复映射（信道损耗逆向恢复算子）的计算理论成果，并正式发起开放独立复现邀请^[8]。该团队在开展数值模拟前，先验解析推导出了单比特纠错见证子发生佩茨恢复的精确起始阈值，建立了无偏见量子信道近似可逆性与纠错能力的标准化分析范式^[8]。

首都科技大学研究员在《量子信息科学杂志》发表论文，系统探讨了人工智能（AI）技术在加速量子密码威胁与构建后量子防御协同机制中的双重角色

[30]。论文指出，人工智能可能加速针对加密体系的量子攻击，同时协助机构开展应对准备，呼吁全球网络安全治理框架必须将这两项技术视为单一网络安全挑战纳入统一防务规划[30]。

06 影响

今日影响



- 1 超导硬件工程师与测控系统开发商 [32, 1]:** 百比特超导芯片正式从“静态脉冲执行”迈入“边测、边检、边重置”的动态自修复阶段；英伟达公有云Ising解码器的落地则打破了纠错解码必须自建专用ASIC硬件的壁垒。下一步重点盯防IBM后续是否公布包含实时重置的表面码纠错阈值 λ 曲线，以及云端解码调用的网络通信延迟损耗。
- 2 企业首席信息安全官（CISO）与B2B软件供应链 [7, 12, 10]:** eMudhra证书泄露事件印证了传统嵌入式设备在密钥失效后长达数年的修复滞后性，Black Kite直接将抗量子能力纳入供应商准入评级，意味着PQC合规已变成影响订单拿单硬门槛；Quantum eMotion并购案则打开了量

子硬件深度融入现有终端软件的分销通道。下一步重点盯防2026年11月18日并购案的股东表决结果，以及首批因抗量子评级不足被暂停采购资格的供应商案例。

- 3 **分布式量子网络与电信基础设施运营商** [6, 26, 34, 28]: 远距囚禁离子纠缠寿命被原子存储器延长至10秒量级，化解了量子中继节点间信号过早退相干的物理瓶颈；东芝QSN平台与韩国三年期试验网则表明跨厂商网络互联从项目制走向产品化平台交付。下一步重点盯防10秒级长相干节点在实际外场光纤中的纠缠生成速率，以及东芝QSN平台对第三方硬件的兼容互通性测试。

- 4 **固态量子计算上游零部件供应链与早期投资机构** [11]: 百万比特固态路线（超导与硅自旋）的投资逻辑从单纯追逐物理比特数，加速转向极低温接口与微波布线散热基础设施，Coherence Quantum等底层硬件初创获得溢价支持。下一步重点盯防欧洲主流硬件实验室在2027年试用集成型低温测控模组时的实测热负荷衰减数据。

07 编辑

编辑点评

量子计算硬件技术正在经历一场从“拼物理规模”转向“拼控制闭环”的深层工程拐点。在超导路线突破百比特大关后，各方愈发清晰地认识到：单纯堆叠物理比特数量已无法避开多体量子混沌扩散、串扰失控以及极低温微波电缆热过载的物理铁壁。从IBM跑通百比特芯片实时重置控制，到英伟达利

用通用算力承载纠错解码，再到极低温微波控制模组与原子存储器的相继突破，全行业正在合力构建一套能够在运行过程中主动压制退相干的自愈生态。这意味着底层硬件的竞争逻辑已由简单的面积扩张，转向依托实时反馈控制与高集成接口深挖有效逻辑深度的精耕细作阶段。

与此同时，密码安全与产业生态的传导链条也彻底告别概念验证期，全面嵌入企业合规与并购的商业肌理。现实网络中公钥证书泄露后长尾设备暴露数年的残酷现状，向金融与关键基础设施主管拉响了最真实的警报；而后量子评级直接挂钩跨国供应链准入门槛、纯量子技术标的主动吞并成熟终端安全分销商，则是资本市场在用真金白银倒逼产业重构。对于投资机构与工业用户而言，当下的策略窗口已不再是漫无目的地押注某个单一硬件团队的远期神话，而是应当紧跟技术控制闭环与供应链合规刚需，聚焦于那些能够将物理系统稳定运行起来的测控底座，以及能快速在现行IT架构中变现的抗量子敏捷方案。

参考资料

[1]	Decoding quantum errors with NVIDIA Ising Decoding on AWS	and recovering purity and squeezing
[2]	US Government Funded Quantum Chemistry & Quantum Life Science Initiatives	[4] Laser-made lattice reveals discrete light solitons in tunable atomic vapor
[3]	Quantum state smoothing for tracking optical quantum dynamics	[5] Physicists trap and tame single particle of antimatter for months
		[6] Atomic memory keeps distant ions entangled for about 10 seconds

- [7] eMudhra CA Keys: A Q-Day Rehearsal at the Scale of One CA
- [8] Independent replication invited — derived onset thresholds for the Petz recovery bound on a qubit witness (five preregistered studies)
- [9] Assistant Professor, Materials, Interfaces, and Fabrication for Quantum Technologies (Canada Impact+ Emerging Leader)
- [10] Plurilock Files Information Circular and Schedules Shareholder Vote for C\$33.8M (\$24M USD) Acquisition by Quantum eMotion
- [11] Coherence Quantum Launches with €2.78 Million (\$3.1 Million USD) Seed Round to Scale Cryogenic Quantum Control
- [12] Black Kite Introduces Quantum Readiness Controls to Assess Third-Party Cryptographic Risk
- [13] Pasqal Launches Neutral-Atom Agentic Toolkit and Demonstrates QPU Workflows Across 258 Quantum Physics Papers
- [14] QCentroid Missions Demonstrates at NVIDIA GTC Berlin
- [15] Vietnam and Denmark boost quantum research with new collaboration
- [16] Niu leads UCF effort to cut quantum computing costs
- [17] QCSP President Explains Quantum Tech at Philippine Cybersecurity Conference
- [18] Quantum algorithm cuts memory needed for future event predictions
- [19] See the Orionids meteor shower at its peak this week
- [20] National Science Foundation leader Brian Stone to retire with no clear replacement in sight
- [21] Super Typhoon Champi sets the record for strongest storm of 2026
- [22] Report pinpoints future exploration sites on the moon
- [23] A Wall Is Also a Road explores alien consciousness, slime mold life-forms and Pompeii
- [24] Republican congressional candidate Tom Stalcup on how both parties abuse science for political gain
- [25] Vote!
- [26] GOTT Funds NPL Project to Scale Trapped-Ion Quantum Technology
- [27] qBraid Announces qBraid OS For Operating Quantum Computing Services
- [28] South Korea Expands Quantum Communications Testbeds Through 2028
- [29] URI Students Teach Quantum Computing at Brookhaven National Laboratory

[30]

Study: AI Could Speed Quantum Threats — And Help Build Defenses

[31]

FPT and Niels Bohr Institute Sign Quantum Research Partnership

[32]

Rutgers And IBM Demonstrate Real-Time Control Across 100 Qubits

[33]

Vulcan Elements, UNC Team Up to Improve Rare Earth Magnets

[34]

Toshiba Launches Quantum-Safe Network Platform

[35]

Before the Qubit

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。