

就诊防病历隐私泄露医疗鼠标植入抗量子芯片

39 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	39
信息来源	12
阅读时长	约 20 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

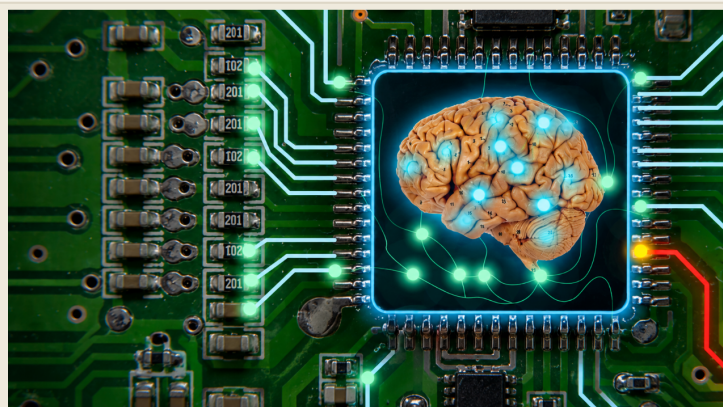


- 量子测量内置漏态消除模块** 荷兰量子技术研究机构（QuTech）将漏态（物理跃迁至计算空间外）消除单元无缝集成于比特测量中且两能级读取耗时增加为零，在基线泄漏下将系统稳定性实验的误差抑制因子（纠错压制噪声倍率）提高 29%、三能级读出下提高 54%^[5]——首创零耗时消除漏态，超导纠错稳定性跃升五成。
- 量子卫星星座开启独立上市** 天基后量子加密通信厂商 WISat.Space 于北京时间 10 月初正式以股票代码 SAIQ 挂牌美国纳斯达克开启公开交易，加速构建天基低轨量子安全通信星座^[18]^[36]——首只独立挂牌量子卫星股，打通商业航天公开直通融资。

- 3 **医疗硬件植入后量子安全芯片** 智能医疗硬件商 iMTC 科技联合量子芯片公司 SEALSQ 推出首款医疗指纹鼠标，将 QVault TPM183 抗量子硬件模块与 Windows Hello 登录集成至临床工作站^[17]——后量子密码首次嵌入门诊终端，守护医疗隐私防远期破解。

02 硬件

硬件前沿



超导系统：测量原位消除能级泄漏

荷兰量子研究机构 QuTech 研发出直接集成在超导量子比特测量环节的漏态消除单元（LRU），实现两能级物理读出耗时零增加，在基线泄漏率下保持记忆实验误差率不变，同时将稳定性实验中的误差抑制因子从基线提高 29%，在三能级读出下提高达 54%^[5]。

该技术首次在不延长物理读出时间的前提下完成原位漏态复位，攻克了超导量子比特测量诱导高能级泄漏的工程难题^[5]。对照超导路线公开 SOTA 基线，谷歌 Willow 芯片在表面码（二维网格量子纠

错码) $d=3 \rightarrow 5 \rightarrow 7$ 扩展中测得的公开金标准误差抑制因子为 $\Lambda \approx 2.1$, 而 QuTech 方案直接针对超出计算基底的泄漏错误提供额外 29% 至 54% 的抑制增益; 但该成果当前仅在中小规模测试器件验证, 距离容错实用化仍受制于超导微观双能级系统(微观微波吸收缺陷态)导致的 2 至 3 倍相干时间时序波动以及多比特微波串扰^[5]。

此项进展直接利好主流超导量子芯片厂商的低温测控架构改良, 预计将在 1 至 2 年内被主流超导云平台吸收为标准底层测控微码协议^[5]。

固态传感：碳化硅微型芯片灵敏度跨越百倍

科研人员基于 4H-碳化硅(高禁带微电子半导体)研制出新型集成化量子传感芯片, 在常温下实现 30 nT/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (纳特斯拉每根号赫兹)的探测精度, 相较于传统共聚焦显微镜光学探测技术灵敏度跨越 2 至 3 个数量级(相当于此前技术的 100 至 1000 倍)^[25]。

该成果首次将高灵敏度固态色心传感集成于工业级 4H-碳化硅晶圆芯片上, 彻底舍弃了体积庞大且造价昂贵的离体激光共聚焦光学系统, 跨过了固态量子传感器从实验室光学平台向微型化车载或手持硬件迁移的工程门槛^[25]。

该技术将重塑车载高精度惯性导航、地磁无源导航与芯片无损探伤供应链, 为能源勘探巨头及自动驾驶传感器厂商提供可在 2 至 3 年内量产的车载级硬件底座^[25]。

中性原子：欧美政策分化与 3.5 万平方英尺基地交付

北京时间 10 月 3 日当周，法国巴黎监管部门正式向某家在纳斯达克上市的中性原子量子计算公司发出行政指令，责令其补充并重新提交民用容错量子计算推进规划；同期美国新墨西哥州阿尔伯克基正式向本土量子产业实体交付了一座占地 3.5 万平方英尺（约合 3251 平方米）的先进量子研发实验基地^[35]。

欧美中性原子路线正从早期概念验证转向严苛的工程交付成熟度考核^[35]。对照中性原子当前公开 SOTA 基准，哈佛大学与 QuEra 虽已实现 96 逻辑比特（经纠错保护的量子位）纠错门操作（Nature 2026），且 Atom Computing 拥有 1180 个物理比特阵列，但中性原子路线普遍受制于 1 至 10 Hz 的循环重复率（运算刷新频率）极低短板以及中路无损测量的系统工程开销，尚未跨过工业级容错交付门槛^[35]。

法国官方此举意味着对仅依赖国防军工概念的欧洲硬件企业收紧财政兜底，促使资本更严苛地审视中性原子初创公司的商业落地节点，而美国在地方基建层面的厂房交付将进一步拉大美欧在容错硬件实体制造设施上的产能差距^[35]。

光子架构：非厄米拓扑保护无视能量耗散

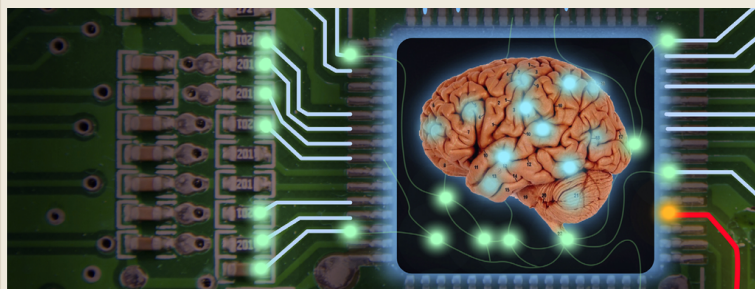
物理学者通过非厄米拓扑光子结构实验，首次证实即使光子在波导芯片传输过程中存在能量连续耗散，光场中蕴含的拓扑整数（表征抗扰动几何不变量）依然保持绝对守恒与精准可读^[4]。

该实验打破了传统拓扑物理必须依赖闭合无耗散系统的严苛假设^[4]。对照光子路线 SOTA 表现 (PsiQuantum 演示的双比特融合保真度为 99.22% 但高度依赖探测到光子的条件后选择)，非厄米拓扑保护机制为光子飞行比特在有耗散波导网络中的低失真传输提供了全新鲁棒性维度，不过该技术距离通用芯片集成仍缺少全链路端到端损耗预算表支撑^[4]。

该成果将直接影响光量子互连与光量子路由芯片的物理层架构设计，为大规模光量子网络在长途光纤中的节点中继降低纠错协议开销^[4]。

03 算法

算法与软件



神经架构解码器：舍弃一成结果换取错误率骤降 3700 倍

科研团队提出一种基于自适应深度神经网络（模拟神经元统计推断网）的纠错后处理算法，通过主动识别并丢弃约 10% 疑似受损的量子计算测量结果（即保留 90% 高置信度数据），在无需反复执行

复杂解码算法的前提下，使最终逻辑错误率降至原先的三千七百分之一（即降低 3700 倍）^[13]。

这是后选择（依概率筛选高可信结果）机制与深度学习解码架构的成功结合，跨过了容错计算中实时高开销贪心解码的算力延迟门槛，以可承受的吞吐量折损换取了超过三个数量级的精度跃升^[13]。

该方案直接利好运行表面码与低密度奇偶校验码（LDPC）的超导及中性原子平台，使各大量子云平台在 1 年内有望以极低经典算力消耗提供准容错级别的分子模拟服务^[13]。

理论突破：经典验证开销降至线性复杂度

理论计算学者成功构建出面向 BQP（量子可多项式解问题类）的拟线性经典验证协议，使得纯经典终端对远程量子计算机执行结果进行密码学验证所需的总资源消耗降为 $O(\text{poly}(\lambda, \log g) \cdot g)$ ，与量子电路逻辑门数 g 呈严格线性关系^[15]。

该工作终结了以往验证远程量子计算任务时经典计算资源随量子线路规模呈指数级膨胀的历史，首次在标准带误差学习（LWE）格密码安全假设下证明了大规模量子算力外包验证在现实中的计算可行性^[15]。

这一成果为公有云服务商部署免信任的量子算力托管与金融级隐私计算外包确立了标准化理论规范^[15]。

编码创新：全克利福德群横向逻辑门与千比特解 码

Optqc 团队利用经典自同构群理论，成功构造出无需额外辅助比特即可通过横向逻辑门与折叠横向逻辑门实现全部克利福德群（基础量子逻辑门集合）操作的恒定编码率量子纠错码^[16]。

该设计打破了以往量子纠错码中完整克利福德操作必须依赖高昂魔法态蒸馏或引入大量冗余物理比特的硬件资源瓶颈，首次在恒定物理与逻辑比特比例下实现全横向操作^[16]。

在解码规模化方面，计算物理学家采用 Tanner 图（纠错校验拓扑连接图）秩分解技术，成功对多达 1023 个物理比特规模的里德-穆勒量子纠错码实现完整最大似然状态评估，将原本随张量网络树宽呈超多项式爆炸的解码算法复杂度降为依赖图秩宽的多项式时间复杂度，首次将高性能量子纠错码的最大似然解码规模由几十比特极限推升至千比特物理尺度^[23]。

架构解析：72 比特 BB 码全故障定位与前馈纠错矩阵

科研人员通过严格解析计算发现，在 72 物理比特的双变量自行车码（稀疏校验低开销纠错码，BB 码）中，每个单一测量故障均能被综合征测量 100% 唯一识别；而在扩展至 144 物理比特的 Gross 码中，则必然出现多对无法区分的等效故障综合征^[24]。

该结论定量揭示了量子低密度奇偶校验码在尺度放大过程中固有冗余度与故障不可区分性之间的权衡极限界，为中等规模容错芯片的纠错码选型提供了决定性判据，指导超导纠错实验室在百比特级原型机中优先选择 72 比特 BB 码架构^[24]。

此外，理论学界本周亦推出系列纠错工具：证实利用 CSS 码在传感测量过程中实施动态纠错可突破退相干限制并在特定时间点前保持类海森堡标度^[20]；统一证明了所有电路-测量-前馈协议与量子纠错码的严格代数对应关系^[21]；实现了逻辑量子比特线性扩展的单发恒定开销态注入^[22]；并开发出利用信息熵快速估算纠错阈值的无仿真算法^[26]。

04 产业

产业与生态



终端落地：医疗鼠标集成硬件级抗量子芯片

智能硬件提供商 iMTC 科技正式发布集成瑞士半导体商 SEALSQ 旗下 QVault TPM183 芯片的医疗指纹识别鼠标，全面打通 Windows Hello 登录体系并开始部署于医疗机构工作站^[17]。

这标志着 PQC（抗量子后量子密码）技术正式从云端骨干网向下渗透至高敏感行业的实体外设硬件，以外设形态撬动医院临床终端改造^[17]。

该产品为全球医疗信息化合规设定了硬件级抗量子标杆，推动医疗系统在传统密码防线失效前提前完成端侧硬件替换^[17]。

资本运作：WISat.Space 挂牌纳斯达克交易

天基安全通信业务主体 WISat.Space 于北京时间 10 月初正式在美国纳斯达克交易所挂牌，股票代码为 SAIQ^{[18][36]}。

这是全球公开二级市场上首个专注低轨卫星量子安全通信的纯概念上市标的，通过母子公司拆分实现独立公开募资^{[18][36]}。

该事件为商业航天与空间量子加密赛道开辟了明确的资本退出与融资路径，加速全球低轨抗量子密钥分发星座建设节奏^{[18][36]}。

政策重写：美安全局维持 QKD 禁令并加码安全衰减警示

在首次就量子保密通信发布立场文件近 6 年后，美国国家安全局（NSA）正式完成对量子密钥分发（QKD，量子密钥物理分发）指导政策的全文改写，不仅维持“国家安全系统全面拒绝采用 QKD”的一贯裁决，更首次在认证逻辑中明确指出“即便经过官方认证的 QKD 系统物理安全性也会随时间推移而侵蚀”^[9]。

NSA 将技术评判核心从理论信息论证明转移至长期物理器件老化与侧信道物理安全衰减上，彻底封死了 QKD 依靠无条件安全性立足涉密网络的安全话语权^[9]。

这对于依赖政府采购的欧美 QKD 硬件企业构成合规打击，进一步确立了以纯数学抗量子算法（PQC）在全球国家级通信防御中的绝对主导地位^[9]。

人事与商业动向：头部金融机构与硬件厂商密集调整

四家量子生态企业同日宣布关键高管履新：中性原子硬件公司 Pasqal 任命 Florence Lao 为首席法务官，加拿大皇家银行（RBC）任命 Elizabeth Iwasawa 博士出任量子技术总监，数字安全企业 01 Quantum 聘请 Jeffrey Kilborn 为首席财务官，量子安全厂商 Quantum eMotion 引入 Bernard Crotty 进入核心管理层^[11]。

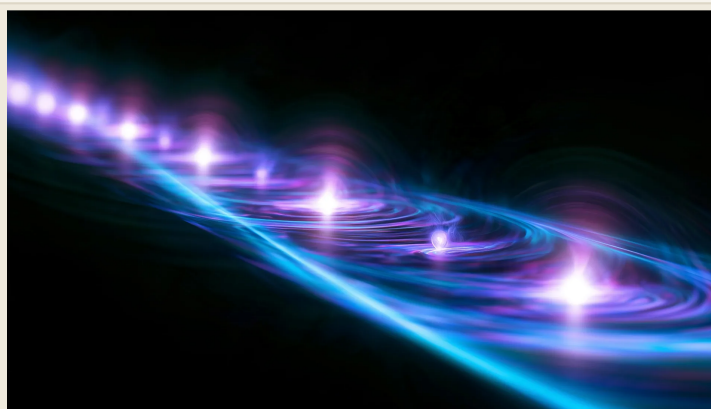
头部商业银行设立专职量子总监体现金融业对量子算力避险与量化模拟的预算制度化，而硬件企业强化法务与财务配置，显示产业中游正为跨国知识产权维护与潜在公开募股密集搭班子^[11]。

同期，IBM 宣布深化与印度科学理工学院（IISc）及印度理工学院孟买分校（IIT Bombay）的战略合作，联合攻关量子中心超算与主权基础计算架构^[12]；55North 创投合伙人 Helmut Katzgraber 在访谈中强调，近期至中期量子计算最具现实价值的落地场景是材料、化工与生物医药的分子模拟，而非当前资本过热追逐的组合优化问题^[34]；此外，应

用量子咨询公司剥离成立独立机构 Quantum Academy，在北京时间 10 月 19 日上线 68 门抗量子与量子系统实战课程，单人学费覆盖 379 美元至 8499 美元^{[7][8]}；Cloudflare 亦宣布将作为公共证书颁发机构全面切入后量子网络服务^[35]。

05 学术

学术前沿



强关联材料：Fe₅GeTe₂ 发现慢速电子宏观相干态

芝加哥大学物理学者在层状磁性范德华材料 Fe₅GeTe₂ 中观测到一种反常量子态，庞大数量的重费米子电子在维持高度量子相干性的同时，集体运动速度发生急剧骤降并缓慢蠕行，直接推翻了现存理论对该材料磁性机制的标准预测^[28]。

这是物理学界首次在二维层状强关联磁体中捕获到电子宏观相干减速与磁序反常耦合的直接实验证据，表明现有凝聚态能带理论在解释多体纠缠与电子强关联效应时存在基础性缺陷^[28]。

该发现为探索全新拓扑磁存储器件与无耗散自旋电子学提供了崭新的材料平台，预计将推动凝聚态物理多体理论模型的大规模修正^[28]。

腔电动力学：真空涨落使超导临界温度提升 5.4%

研究团队证实微观真空中的量子电动力学涨落能够主动增强超导配对强度，在无需任何外加驱动或物理接触的前提下，仅依靠特制微波腔真空环境就使超薄超导样品的超导临界转变温度相对提升了 5.4%^[29]。

该工作开创了利用腔 QED（腔量子电动力学调控）真空场作为无源催化剂调控固态材料相变特性的全新范式，打破了提升超导转变温度只能依赖化学掺杂或施加超高静水压力的常规物理手段^[29]。

这一成果为超导量子芯片在稍高工作温度运行指明了工程调控路线，若能在超导量子比特器件实现腔控相干增强，将有望降低对深低温稀释制冷机的严苛依赖^[29]。

量子极限测量：空间不确定因果时序达成无界增益

中国香港科研团队提出一种基于量子因果时序不确定性的探针调制策略，在系统维度按 $\Omega(N^2)$ 缩放且测量采样次数为 $O(\exp[\pi d/16]/\text{poly}(d))$ 的严格条件下，达成相同测量精度所需的探针能量消耗比任何具有确定时序的方案降低 R 倍，且该量子增益在有限物理维度内原则上无发散上限^[14]。

该研究从理论上推翻了传统量子计量学中量子测量优势受限于有限系统维度的固有认知，确立了非定域时序网络在深空弱信号探测与引力波天线中的极限灵敏度新基准^[14]。

该方案将指导下一代星载量子重力仪与高灵敏度空间微弱电磁波接收器的干涉光路拓扑重构^[14]。

基础理论：表面码泡利态么正编码与廉价钴量子材料

顶尖期刊《自然-npj 量子信息》本周发表两项纠错理论成果：其一证实了在标准表面码中无需非门操作即可通过纯么正几何变换容错编码任意泡利基态^[2]；其二在数学上严格证明了在置换不变量子纠错码框架下，量子比特丢失误差与量子比特插入误差在纠错能力上具备严格的算子对偶等价性^[3]。

在量子功能材料端，研究人员利用常见金属钴制备出具有 Kitaev 型磁相互作用的薄膜材料，为量子研发提供了更低成本的路径^[32]；另一项独立研究中，科学家在三维拓扑绝缘体中直接观测到电子的隐藏几何特性^[33]；此外，加拿大初创公司 FeBI 科技获得 220 万美元专项资助，用于研发面向偏远诊所的量子铁元素快速无损检测仪^[36]。



- 1 医疗系统采购与终端合规部门：**受 iMTC 与 SEALSQ 推出首款后量子指纹鼠标^[17]影响，以往仅停留在网络传输层（TLS 协议）的抗量子改造正式延伸至门诊医生工作站的物理外设端。医院信息化主管需将终端指纹仪与生物识别考勤设备纳入抗量子升级清单；下一步紧盯大型医疗设备制造商是否在影像诊断设备与病历服务器中跟进集成独立抗量子 TPM 硬件模块^[17]。
- 2 QKD 专网厂商与政府涉密通信客户：**受美国国安局（NSA）全面重写 QKD 指南并维持严禁用于国家安全系统裁决^[9]影响，寄希望于通过官方认证进入欧美军工核心专网的量子通信硬件商面临商业路径封死。国家级安全机构的采购预算将全面向后量子密码（PQC）倾斜；下一步紧盯欧洲国家网络安全机构是否会在年内跟随 NSA 发布针对 QKD 认证有效性衰减的同类警示^[9]。
- 3 超导容错研发团队与量子云厂商：**受 QuTech 成功将漏态消除单元零时延嵌入比特测量（误差抑制因子最高提高 54%）^[5]影响，长期困扰超导体系的测量诱导高能级泄漏累积难题获得高效工程解法。包括 IBM、谷歌等团队无需重新设计芯

片底层拓扑，仅需改写微波脉冲读出微码序列即可实现稳定性跃升；下一步紧盯该测控方案是否能在 $d=5$ 及以上规模的二维表面码芯片上实现实时纠错闭环复现^[5]。

- 4 **太空商业通信公司与二级市场投资人：**受 WISat.Space 成功以代码 SAIQ 登陆纳斯达克^{[18][36]}以及 Cloudflare 宣布切入后量子公共证书服务^[35]影响，量子安全通信完成了从概念股到独立上市公司与全球云基础设施巨头联动的产业链闭环。二级市场资本获得了直接押注天基量子加密星座的纯正流动性工具；下一步紧盯该卫星网络首批在轨商用终端的实际交付量及订阅制现金流表现^{[18][35][36]}。

07 编辑

编辑点评

硬件与纠错研发正在由宏大叙事向工业级工程修补深度蜕变。过去行业习惯将目光聚焦在物理比特数量的简单叠加或超高保真度的单一展示，但本期的技术脉动清晰表明，产业真正的攻坚点已经转向极其具体的微观短板修补——例如在超导读出过程中原位消除高能级能级泄漏、通过自适应网络以舍弃一成数据为代价换取三千余倍的逻辑精度压制、以及利用多项式时间算法攻克千比特规模的纠错解码。这些成果没有浮夸口号，却在以极高的工业精度一步步拆解容错计算路上的实际暗礁。对于关注技术实操的研究人员与投资者而言，衡量一台量子计算机的真实成熟度，正在从宣称的理论指标迅速

演变为能否用可承受的经典开销兜住系统底层的微观缺陷。

商业落地层面则呈现出鲜明的两极分化与基础设施下沉趋势。在产业应用与网络安全侧，后量子安全的博弈正在形成确定性终局：官方监管部门对纯物理量子密钥分发的审慎定调进一步加剧，而基于数学架构的抗量子密码则以惊人的速度从骨干网向下渗透至门诊指纹鼠标、网页访问证书乃至各级办公终端。与此同时，资本对于早期硬件企业的容忍度正在急剧收紧，欧洲政府对中性原子硬件公司民用路线的严苛问责、跨国投资机构对分子模拟而非通用优化的务实聚焦，都预示着量子计算的资本红利期已正式步入以工程交付与商业闭环为导向的严冬检验期。谁能率先将微观物理精度转化为可被经典系统无缝吸收的真实效能，谁才能在洗牌中立于不败之地。

参考资料

[1] DecaQ went silver!	[6] Crypto-Agility Is the Goal. The PQC Migration Is Only Its First Test.
[2] Unitary fault-tolerant encoding of Pauli states in surface codes	[7] Clients Kept Asking Us to Train Their Teams, So I Started Quantum Academy
[3] The equivalence of quantum deletion and insertion errors on permutation-invariant codes	[8] Quantum Academy Launches 68 PQC and Quantum Courses, With Proctored Certification Exams
[4] Reading hidden topology in light, even when energy leaks away	[9] NSA Rewrites Its QKD Guidance: Same Verdict, a New Certification Argument
[5] QuTech Builds Leakage Removal Into Qubit Readout, and Its Clearest Gain Is in Stability Experiments	

- [10] Warsaw Quantum Computing Group, Episode 82
- [11] Who's News: Strategic Appointments at Quantum eMotion, Pasqal, Royal Bank of Canada, and 01 Quantum Inc.
- [12] Silicon Quantum Computing and Schneider Electric Advance Energy Grid Forecasting via Watermelon Quantum-Enhanced AI System
- [13] IBM Expands Research Collaborations with IISc and IIT Bombay to Advance Quantum-Centric Supercomputing and Sovereign AI
- [14] Researchers Cut Logical Errors by 3700x with Neural Networks
- [15] Hong Kong Team Finds Limitless Quantum Metrology Advantage
- [16] Researchers Build Quasilinear Quantum Computation Verifier
- [17] Optqc Team Builds Constant-Rate Quantum Codes with Full Clifford Actions
- [18] New medical mouse with quantum SEALSQ for secure fingerprint access
- [19] WISeSat.Space aims to secure satellite connections with quantum tech
- [20] Researchers Build Explicit Quantum List-Decodable Codes
- [21] Researchers Preserve Quantum Precision with on Calderbank-Shor-Steane Error Correction
- [22] Researchers Link Quantum Circuits to Error Correction Codes
- [23] Researchers Build Constant-Overhead Injection for Quantum Codes
- [24] Researchers Decode up to 1,023 Qubits Using Rank Decomposition
- [25] Calculations Identify All Faults in 72-Qubit Quantum Error Correction Schemes
- [26] New chip makes quantum sensors simpler to build
- [27] Researchers Predict Quantum Error Correction Thresholds Using Entropy
- [28] Researchers Build Robust Quantum Pseudorandom Error Correction
- [29] Electrons slow to a crawl in a strange new quantum state
- [30] Scientists just made a superconductor stronger using "empty space"
- [31] How the brain uses memory to imagine what might have been
- [32] How AI helped bring an ancient tomb dating to before the Roman empire back to life
- [33] Common Metal Could Unlock a Cheaper Path to Quantum Materials

- [34] Scientists Directly Observe the Hidden Geometry of Electrons
- [35] IBM Expands AI and Quantum Research With IIT Bombay and IISc
- [36] Helmut Katzgraber (55North): Why materials simulation beats optimization for near-term quantum

- [37] Quantum is On in Chattanooga: Quantum in Business Showcases How Companies are Putting Quantum Technologies to Work
- [38] Quantum Computing Weekly Round-Up: Week Ending October 3, 2026
- [39] The Qubit Report: October 2, 2026

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。