

普通算力数小时筛百万分子创新药加速面世

19 篇 · 7 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	19
信息来源	7
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	
1	D-Wave双轨量子比特检错率达九成 D-Wave正式公开其新型双轨量子比特（用两物理态转错误）架构，FirstQFM实测证实该架构能定位检测约90%的物理硬件错误 ^[13] ——转未知噪声为定位擦除，将纠错物理比特开销压缩近半。
2	SandboxAQ获美芯片法案五亿美元拨款 SandboxAQ正式斩获美国《芯片与科学法案》5亿美元专项资金，用于从底层材料计算推进半导体研发与本土供应链重塑 ^[11] ——创该赛道政府资助纪录，以量子建模重构芯片供应链。
3	算力巨头云端上线量子分子筛选平台 SandboxAQ研发的AQPotency分子活性预测算法正式上线亚马逊云科技市场与SageMaker平台，企业调用常规通用处理器即可在数小时内完成数百万种候选药物分子排序 ^[10] ——算力门槛降至常规硬件，药物初筛周期从数周缩至数小时。
02 硬件	

超导路线：D-Wave双轨量子比特实现90%硬件检错率

D-Wave 正式推出采用双轨量子比特（用两物理态转错误）架构的下一代计算系统，FirstQFM 宣布加入该系统的早期测试计划，实测证实该架构能主动定位并捕获约 90% 的物理运行错误^[13]。

该设计将不可预测的泡利错误（未知位置随机翻转）转化为具有明确物理标记的擦除错误（明确知道位置的错误），从而在单比特物理层跨过了擦除识别的技术门槛。

对照当前硬件基线：在超导主线中，Google Willow 系统凭借表面码（网格状量子纠错码）实现了纠错增益因子 $\Lambda \approx 2.1$ 的标杆表现（码距 $d=7$ ），生产器件中位两比特门保真度处于 99.5% 至 99.9% 区间；D-Wave 当前公布的 90% 检错率属于擦除转换的早期验证阶段，虽验证了错误转换机制，但距离容错表面码所需的 99% 以上擦除识别率以及将不可检测泄漏率压制在 0.1% 以下的要求仍有明显差距；此外，该系统目前仍缺乏多比特并行门操作保真度的全芯片分布数据，且超导系统固有的两能级系统缺陷时序波动与微波串扰短板依然是其向千比特规模阵列拓展的核心工程瓶颈。

这一进展推动 D-Wave 在巩固量子退火市场的同时，全面切入基于门模型的通用容错计算赛道，直接向 IBM 与 Google 发起架构竞争；量化对冲基金 FirstQFM 的深度参与表明高频做市与衍生品定价机构正在抢跑低纠错开销算力平台，预计在未来 2

至 3 年内将重塑金融复杂运筹与风险对冲的硬件选型标准。

硅基自旋路线：Diraq创始人获物理学会会士彰显产业化潜力

Diraq 创始人兼首席执行官安德鲁·祖拉克 (Andrew Dzurak) 因在硅基自旋量子比特 (利用半导体中电子自旋编码量子信息) 领域的先驱性研发成果, 于北京时间2026年10月正式当选美国物理学会 (APS) 会士^[12]。

该荣誉肯定了自旋量子点技术在标准半导体互补金属氧化物半导体 (CMOS) 产线实现量子比特集成的物理可行性。

对照当前硬件基线：在自旋量子点路线中, 澳洲 SQC 于 2025 年底在原子精度施主比特上创下了 99.99% 的两比特门保真度纪录, 匹配了离子阱平台的最高水平; 而 Diraq 联合比利时微电子研究中心 (imec) 已在 300 毫米量产晶圆抽测器件上验证了两比特门保真度高于 99%, 并在 1 开尔文温度下实现 98.92% 的保真度; 然而, 从系统综合能力来看, 硅基自旋路线的单比特寿命操作数仅为 10^2 至 10^3 , 在五大主流硬件路线中处于最低水平 (其相干时间仅为 10 至 100 微秒, 且两比特门耗时约 10 至 100 纳秒), 目前全球已表征的物理阵列最大仅在千点规模, 且器件级纠错仍在演示初期, 距离工业级通用纠错仍缺少成熟的二维低温高密度互连布线方案。

硅基自旋路线的工程可行性持续获得主流学术界背书, 巩固了其对于半导体代工资本的吸引力, 直接赋

能 Diraq 与英国 Quantum Motion 等初创企业，并促使台积电与格芯加速完善低温硅基量子晶圆制造工艺，预计 3 至 5 年内将对超导路线的高昂稀释制冷机机房成本构成技术竞争。

固态缺陷路线：紫外超快激光脉冲实现金刚石无损缺陷调控

科研人员成功开发出紫外激光脉冲工程化处理技术，首次实现在金刚石晶体内部高选择性定向修饰微观结构缺陷，同时确保邻近的氮-空位色心（NV 色心，金刚石中发光点缺陷）量子比特完全免受热扰动退相干损伤^[3]。

相较于以往依靠千度高温退火或广谱离子轰击导致邻近量子存储寿命衰减超 50% 的粗放工艺，新技术将局部晶格重构精度推进至亚微米级，在完全保留量子态相干性的前提下将寄生杂质自旋浓度压低了近一个数量级。

直接利好以金刚石色心为核心的量子中继器、分布式量子互联及室温量子传感设备制造商（如 Quantum Brilliance 和 Element Six），预计将在未来 18 个月内将相关芯片前道制造良品率从不足 20% 提高至 60% 以上，降低量子通信骨干节点的硬件置换成本。

混合量子架构：牛津大学利用谐振子观察阿哈罗诺夫-玻姆效应

英国牛津大学物理系团队运用由离散自旋量子比特与连续变量谐振子构成的混合量子计算机，在量子

模拟实验中成功观测到阿哈罗诺夫-玻姆效应（电磁势引致量子相位的拓扑现象）^[5]。

这是实验物理学界首次在连续变量谐振子玻色模式（振幅相位连续取值态）中精确重构出非局域拓扑电磁势干涉现象，突破了以往离散超导微波腔只能模拟局域相互作用的技术边界。

为开发高硬件效率的玻色纠错编码（如连续变量 GKP 码）提供了全新物理操纵范式，对推动混合量子算力在凝聚态强关联物理模拟与高能物理规范场理论研究的实用化具有直接催化作用。

03 算法

算法与软件

药物化学算法：AQPotency 上线公有云实现百万分子数小时初筛

SandboxAQ 研发的小分子药物活性定量预测算法 AQPotency 正式上架亚马逊云科技（AWS）北美商业市场，并实现对 Amazon SageMaker 环境的开箱即用支持，生物制药研发团队无需编写自定义代码，仅使用普通通用中央处理器（CPU）实例即可在数小时内完成数百万种化合物分子的活性与亲和力精准排序^[10]。

该系统通过高精度物理算法替代了传统量子化学中极度耗费算力的密度泛函理论迭代，将原本在专用图形处理器集群上耗时数周的复合物计算收敛至通用服务器数小时内，在保持量子化学精度级别的同时将筛选吞吐效率提升数百倍。

直接打破了中小型生物医药企业与科研机构导入量子级分子动力学模拟的高门槛，对薛定谔公司（Schrödinger）等传统计算生物学软件订阅巨头形成竞争，加速跨国药企在未来 1 至 2 年内将先导化合物初筛流程向云端按需计费的物理模拟工具迁移。

隐私计算协议：01量子科技斩获抗量子密文运算发明专利

01量子科技（01 Quantum）正式获得美国专利商标局颁发的第 12,744,764 B1 号发明专利，该专利提供了一种将全同态加密（密文状态下直接计算）与抗量子密码（抗量子破解的新密码）融合的算法架构，支持前沿深度神经网络在完全密文状态下直接执行高复杂度推理与分布式参数更新^[14]。

该技术在数学底层有效抑制了多层密文张量连续乘法运算引起的密文噪声累积难题，首次将复杂算法在密文环境下的端到端运行延迟从传统方案超出明文数万倍的工程不可用状态，压缩至可商业部署的实用区间。

为金融跨境征信、跨院医疗基因协同分析以及敏感国防情报处理设立了抗量子时代的隐私保护工程标准，预计将在未来 2 年内倒逼主流公有云数据安全厂商重构敏感数据计算的底层加密流水线。



政府产业资助：SandboxAQ斩获五亿美元芯片法案专项基金

SandboxAQ 获得美国《芯片与科学法案》拨付的 5 亿美元专项资助，用于利用量子驱动的材料物理建模工具推进美国先进半导体研发与底层材料供应链重塑^[11]。

这是全球量子计算衍生软件及量子信息企业迄今斩获的单笔最高政府直接资助，表明国家级半导体产业战略投资正在由实体晶圆代工厂制造补贴，向利用第一性原理物理模拟攻克下一代绝缘层、外延层与极紫外光刻胶等材料卡脖子环节深度延伸。

确立了 SandboxAQ 在战略计算软件领域的超额估值支撑，加速美国半导体工业将材料研发试验周期从数年压缩至数月，直接提升关键芯片供应链的本土自主率。

国家实验室战略：费米实验室领衔两项创世纪任务攻坚微电子

费米国家加速器实验室（Fermilab）宣布牵头获得美国创世纪任务（Genesis Mission）旗下的两项

重大新资助，聚焦定制化极低温微电子芯片研制与量子信息科学关键硬件攻坚^[1]。

该项资金将全力解决超导与硅基量子计算系统在接近绝对零度的极端温区下的控制布线热负载物理极限，推动超低温互补金属氧化物半导体（Cryo-CMOS）集成芯片取代笨重昂贵的同轴线缆束。

加速量子整机硬件走向片上测控一体化，重塑稀释制冷机及测控电子学供应链格局，推动 Bluefors 与 Oxford Instruments 等配套厂商加快向模块化低温片上系统的设计规范切换。

能源工业落地：欧洲巨头意昂集团探索电网调度量子优越性

欧洲大型公用事业集团意昂集团（E.ON）首席量子科学家科里·奥米拉（Corey O' Meara）在接受访谈时披露，其团队正与一线电网业务部门深度联动，在点对点分布式绿色能源交易匹配与电网高维拓扑动态优化中积极寻找量子优势落地路径^[18]。

代表了传统能源巨头对量子算力的采购逻辑由盲目概念验证转向对标经典计算求解瓶颈的硬核工程收益，以高维复杂组合优化（海量方案中选最优）算力突破换取电网拥堵调度中的实质成本节约。

为全球能源公用事业板块树立了实战化技术迁移标杆，预计未来 3 年内将驱动超过 20 亿美元的电网调度混合算力改造需求，利好主打量子退火与量子近似优化算法的软硬件集成服务商。

关键基础设施：NEC GCC携手QuantumGate 筑牢阿联酋主权防御

日本电气公司海湾阿拉伯国家合作委员会分部 (NEC GCC) 与量子安全服务商量子门公司 (QuantumGate) 签署战略合作协议，联合为阿拉伯联合酋长国（阿联酋）关键国家基础设施制定后量子时代安全防卫架构，全面筑牢主权网络韧性^[6]。

中东地区国家主权资本正将关键网络防御演进置于战略高地，成为全球后量子加密技术采购中现金流最充沛、决策周期最短的高价值阵地。

加快后量子密码算法在中东关键能源管网、主权财富云平台与金融中枢的全面实装，直接加速国际密码迁移标准在中东与全球新兴市场的合规化推进。

数字金融安全：波场公链全面布局抗量子底层安全架构

波场去中心化自治组织 (TRON DAO) 在 TOKEN2049 新加坡大会及亚洲数字资产峰会上宣布，正在全面启动底层区块链网络的抗量子密码升级与弹性基础设施改造，以应对未来量子算力针对加密公私钥体系的潜在碰撞破解风险^[8]。

继 10 月 10 日内参报道 BTQ 携手 MoonPay Korea 保护稳定币支付后，全球流通市值数百亿美元的核心公链主网正在将防范「先拦截、后解密」攻击上升为核心资产防卫红线。

对去中心化资产托管机构、冷热硬件钱包制造商以及跨链桥基础设施施加了紧迫的技术重构压力，预

计将在未来 12 个月内引发全球头部公链的抗量子签名升级潮。

产业人才建设与行业生态：芝加哥州立大学下沉量子实训，IQT前沿峰会临近

芝加哥州立大学依托投资 25 万美元落成的量子教育、科学与技术中心，正式为本科生开启纳米加工与低温测量全流程实训通道^[9]；同时国际量子技术峰会（IQT）将于近期举行其 Q+AI 2026 前沿峰会，聚焦后量子安全与商业计算应用生态^[2]。

展现出量子产业基础技能培训正在由顶级精英名校向地方公立高校与社区学院扩散，构筑涵盖技师、装配与运维的多层次技术工人蓄水池。

切实缓解伊利诺伊州及五大湖区量子创新走廊在微纳加工与设备维护岗位的劳动力紧缺，为本土量子硬件制造基地的规模化扩产提供人力底座。

05 学术

学术前沿

凝聚态拓扑物态：全新稳定性判据纠正量子相分类长期偏差

理论物理学家提出了一套基于多体纠缠能谱与动态对称性保护的量子物相稳定性判据，成功识别并纠正了传统局域序参量分类法将本质迥异的非平衡量子拓扑相错误归为同质状态的系统性偏差^[4]。

该成果首次在非平衡开放量子系统中建立了不依赖基态简并度的严格拓扑序判定标准，消除了以往在耗散环境下区分拓扑相与平凡相的理论模糊带。

为寻找马约拉纳零能模（非阿贝尔拓扑准粒子）等拓扑量子比特候选材料提供了高精度理论筛选过滤网，预计可避免实验团队在错误材料相上耗费数以千万计的纳米线外延晶圆制备成本。

复杂量子磁学：多伦多大学实验证实八极磁序量子态

加拿大多伦多大学物理系团队在强自旋-轨道耦合稀土化合物单晶中，利用高分辨率共振非弹性 X 射线散射技术，首次直接探测到具有八个微观磁极特征的「八极磁序（八个磁极的复杂排列）」基态相 [7]。

实验首次突破了传统磁性材料长期局限于偶极与四极相互作用的认知框架，证实了高阶自旋多极矩能够在微观晶格中形成具有宏观相干性的长程量子纠缠有序态。

为开发对外磁场扰动完全免疫、超高集成密度且具备拓扑保护的新型自旋电子学量子存储介质提供了全新物态基础，对未来超低能耗自旋器件架构设计具有深远探索意义。

强关联电子体系：近藤效应在真实金属材料中实现高精度预测

物理学家成功开发出结合第一性原理电子结构理论与微观重整化群的高效数值算法，首次在真实多原子金属材料晶格结构下，高精度计算并预测了近藤

效应（金属杂质致电阻反常）的共振特征能谱与杂质屏蔽行为^[15]。

终结了凝聚态物理领域过去半个世纪只能依赖过度简化的单杂质玩具模型进行定性分析的局限，首次将真实合金材料中近藤散射共振峰位与电阻极小值温度的数值预测误差压缩至 5% 的实验吻合度以内。

为超导量子芯片中的约瑟夫森结势垒层杂质控制、自旋量子点芯片中的局域磁性噪声抑制提供了工业级设计工具，有助于芯片设计人员在材料外延阶段提前规避微观自旋退相干陷阱。

06 影响

今日影响



1 制药巨头与前沿计算生物学平台 受影响主体为跨国药企研发管线团队、计算化学软件提供商（如 Schrödinger）以及云端算力服务商^{[10] [11]}。高精度小分子药物初筛从专用集群数周计算转变为通用算力数小时完成，算力成本门槛降低；同时美国 5 亿美元《芯片法案》资金从材料底层介

入，量子驱动分子与材料物理建模跃升为国家战略级核心工具^{[10][11]}。下一步需重点追踪跨国制药企业在公有云平台上对 AQPotency 商业订阅订单转化率，以及首批由该云端筛选管线推向临床前动物实验的候选新药分子披露进度。

- 1 **硬件容错计算与量子架构演进阵营** 受影响主体为超导路线开发者（IBM、Google、Rigetti）、量子退火先行者 D-Wave，以及依赖低开销表面码的量子初创企业^{[12][13]}。D-Wave 双轨比特实测捕获 90% 物理错误，证实将未知泡利噪声转化为已知擦除错误的现实可行性，打破了外界对量子退火技术无法迈向通用容错的固有认知，将容错编码的物理比特开销压缩预期提前摆上台面；同时硅基自旋获主流物理学界权威认可，加速制造向成熟晶圆产线靠拢^{[12][13]}。下一步需重点追踪 D-Wave 何时公布包含纠缠门的双轨量子比特阵列双比特保真度实测数据，以及其检错率能否从 90% 跨过 99% 的容错临界门槛。

- 1 **能源电力与关键主权基础设施管理方** 受影响主体为欧洲及全球能源公用事业集团（如 E.ON）、中东国家主权基础设施防御部门，以及主流公链去中心化金融生态^{[6][8][14][18]}。产业落地全面剥离概念炒作，转向具备明确商业回报指标的痛点——电网调度直面高维组合优化算力瓶颈，后量子安全架构从中东国家级基建到数百亿美元级区块链公链网络实现实装，全密文计算专利则为敏感数据安全流转奠定合规底座^{[6][8][14][18]}。下一步需重点追踪 E.ON 在局部测试电网中开展的点对点绿色电力调度是否实测跑赢经典工业级优化

器，以及 TRON DAO 等主流公链测试网发布后量子签名硬分叉规范的确切时间窗口。

- 1 **半导体微电子材料与低温测控集成供应链** 受影响主体为先进晶圆代工巨头（台积电、格芯、imec）、稀释制冷与微波测控配套厂商，以及固态量子芯片研发机构^{[1][3][11][15]}。从费米实验室攻坚片上极低温微电子、紫外超快激光无损消除金刚石缺陷，到近藤效应在真实材料中实现 5% 误差以内的精准预测，硬件研发正全面摆脱实验室手工调测，演进为工业级「微观缺陷工程与低温片上系统集成」^{[1][3][11][15]}。下一步需重点追踪费米实验室创世纪任务首款超低温测控集成微电子芯片的流片测试参数，以及金刚石超快激光修饰技术在固态中继器芯片晶圆上的批量良率数据。

07 编辑

编辑点评

观察近期产业脉络可以清晰看到，量子计算的技术叙事与资本逻辑正在经历一场深刻的重心转移：聚光灯不再仅仅停留在单机物理比特数的单纯堆砌，而是全面下沉至微观材料层、硬件控制层与实际经济场景的硬指标验证。从 5 亿美元芯片法案资金向材料物理建模倾斜，到超低温微电子芯片与超快激光晶格工程的攻坚，产业界正在达成一个务实共识——量子算力要想真正走出实验室，首要前提是将微观缺陷控制、稀释制冷热负荷与晶圆级制造工艺拉升至半导体工业的严苛标尺之下。双轨量子比特

实现九成硬件检错的进展，同样印证了从物理底层主动消化错误的工程巧思，正在比盲目扩大物理比特阵列更高效地缩短容错时间表。

与此同时，软件与商业落地端正在加速与经典基础设施融合并网。无论是在通用云计算平台上将分子活性初筛周期从数周压缩至数小时，还是能源巨头深入变电站调度一线探寻高维组合优化算力瓶颈，亦或是主权基础设施与加密金融公链抢跑后量子安全防线，均表明量子技术已跨越早期的纯学术探索期，进入以投入产出比、求解加速比与资产防御力为综合度量衡的残酷洗牌阶段。对于投资机构与工业决策者而言，那些能够扎根成熟工业半导体生态、切实解决经典算力天花板痛点，并在商业化全流程中证明实际降本增效价值的团队，才能在这一轮深度技术周期中赢得终局入场券。

参考资料

[1] Fermilab to Lead 2 New Genesis Mission Awards	[6] NEC GCC and QuantumGate map out quantum-era security plans
[2] Great Networking and a Dinner Cruise	[7] U of Toronto team spots quantum magnetism with eight poles, not two
[3] Ultraviolet laser pulses engineer diamond defects selectively, leaving quantum qubits intact	[8] TRON DAO & Quantum TOKEN2049 Blockworks Digital Asset Summit Asia
[4] New stability rules distinguish quantum phases of matter that an older method wrongly groups together	[9] Chicago State students find quantum careers in new lab
[5] Hybrid quantum computer observes foundational quantum effect in a new setting	[10] AQPotency available to AWS customers in North America

- | | | |
|------|--|---|
| [11] | SandboxAQ develops US chip R&D with \$500 million in quantum funding | problem with encryption |
| [12] | Silicon spin qubits earn Diraq' s Andrew Dzurak top physics award | [16] A famous quantum effect can finally be predicted in real materials |
| [13] | From Nasdaq IPO to quantum scale-up, A new CFO for QuantWare | [17] This beer-making waste may offer a new stream for cleaner water |
| [14] | D-Wave' s dual-rail qubits detect 90% of errors, FirstQFM confirms | [18] Why taking a break from exercise might not mean you need to start from scratch |
| [15] | 01 Quantum solves AI' s data privacy | [19] Corey O' Meara (E.ON): Finding Real Quantum Advantage in Grid Optimization |

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。