

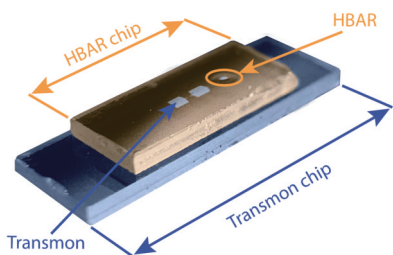
科技新闻

·前沿动态·

让量子计算机听见声音

在固态量子信息处理领域,单一硬件平台的性能瓶颈正在逐渐显现。基于电路量子电动力学(cQED)的超导量子电路,是目前执行快速量子逻辑门和构建可纠错量子处理器的前沿平台之一。然而,超导量子比特如 transmon 容易受到电介质损耗、辐射和材料缺陷等电磁噪声影响,量子相干寿命通常被限制在几十到几百 μs 量级,难以承担长期稳定的量子信息存储任务。

瑞士苏黎世联邦理工学院 Yiwen Chu 等团队,提出并实验验证了一种基于机械谐振器的量子计算架构。该系统将超导 transmon 量子比特与高次谐波体声波谐振器(HBAR)组合在一起:前者负责快速运算,类似量子计算机中的“CPU”;后者拥有多个相干性较高的声子模式,可用于存储量子信息,类似一块“会振动的量子内存”。2026年5月28日,该研究成果发表于《Science》。



机械谐振器量子计算架构的混合系统特写,底部芯片上有 transmon 量子比特,顶部芯片上有 HBAR
(图片来源:苏黎世联邦理工学院)

超导量子比特基于约瑟夫森结构建,可在约 5 GHz 微波频率下工作,操控速度快;HBAR 则像一块微型“三维声学腔”,由蓝宝石或硅等晶体材料构成,能够约束并反射晶体内部传播的高频机械声波,也就是声子。问题在于,超导量子比特产生的是微波电信号,如何才能把这种电信号“写入”晶体,转化为可存储的机械振动?

研究团队在晶体表面沉积了一层圆顶状压电氮化铝(AIN)超薄膜。压电材料具有电-机械转换能力:当外加电场作用于材料时,它会发生微小形变;反过来,当材料受力形变时,也会产生电信号。借助这个“物理翻译官”,超导量子比特产生的局域微波电场被转化为蓝宝石晶体内部一涨一缩的纵向体声波。由于蓝宝石晶格纯净、损耗低,这些极其微弱的晶格振动能够维持较长时间,从而成为一张高质量的“声学便签”。

在微观世界中,粒子可以处于不同能级、位置或振动状态的量子叠加;但对质量更大的宏观机械系统而言,量子叠加态极易受到环境扰动而崩溃。2023年,该团队曾利用 HBAR 谐振器,使一块质量达 16.2 μg 、约含 10^{17} 个原子的晶体产生机械振动,并让其处于“向左振动”与“向右振动”的宏观量子叠加态。这一实验刷新了处于空间位置叠加态物体的质量纪录,也证明宏观晶体振动可以保留量子特征。

有了长寿命存储介质,下一步就是让存储在其中的量子信息真正参与逻辑运算。在实验

中,研究人员将 transmon 芯片与 HBAR 芯片倒装键合,并置于低温铝腔中进行读取和控制。量子信息首先存储在 HBAR 的声子模式中;当需要执行操作时,系统通过 iSWAP 门——一种可在 2 个量子系统之间交换量子态并附加相位的量子逻辑门——将声子模式中的量子态交换到 transmon 上;完成运算后,再通过 iSWAP 门将结果转回声子模式中存储。

研究团队进一步实现了单量子比特门和受控任意相位门,构成通用量子门集合,并成功运行了量子傅里叶变换(QFT)和量子周期寻找(QPF)算法。

(综合:《Science》、苏黎世联邦理工学院官网、北京量子信息科学研究院)

糟糕的记忆为何让人睡不安稳

很多人都有这样的体验:白天受了惊吓,或经历了压力事件,夜里就容易睡得浅、频繁醒来。过去,科学家更多从“睡眠如何帮助记忆”的角度理解这一现象:睡眠像一位夜间编辑,把白天经历重新整理、归档,并将重要信息写入更稳定的神经网络。如果把问题反过来问:既然睡眠能够整理记忆,那么记忆是否也会反过来调控睡眠?

北京智源人工智能研究院雷博团队与清华大学生命科学学院钟毅团队合作提出,睡眠并非只是被动恢复过程,也会受到既往经历及其记忆内容的动态塑造。研究人员在小鼠中追踪并操控与正面或负面经历相关的记忆印迹



从噩梦中惊醒的老鼠,毛发竖立

(图片来源:reddit)

细胞,发现睡眠中的记忆重激活像一种“内源性信号”:当负面记忆被重新激活时,小鼠更容易从非快速眼动睡眠中醒来,睡眠变得碎片化,警觉性升高;而奖励相关的正面记忆被激活时,睡眠连续性和抗干扰能力反而增强。2026年6月4日,相关研究成果发表于《Science》。

对睡眠与记忆的研究由来已久。早在1994年,任职于美国麻省理工学院(MIT)的Matthew A. Wilson与加拿大系统神经科学家Bruce L. McNaughton就在《Science》上报道,动物清醒探索环境时活跃的海马神经元群体,会在随后的睡眠中以相似模式再次出现。这一发现首次有力支持了“睡眠重放记忆”的观点。

2007年,后来任教于瑞士弗里堡大学的Björn Rasch与德国睡眠记忆研究权威、图宾根大学Jan Born团队在《Science》进一步证明,如果人在学习时闻到某种气味,随后在慢波睡眠中再次给予相同气味线索,可增强相关记忆的巩固。这些工作让“睡眠帮助记忆”成为神经科学的重要共识。

2012年,诺贝尔生理学或医学奖得主、MIT神经科学家利根川进团队又在《Nature》证明,特定

恐惧记忆可由一群海马记忆印迹细胞承载,人工激活这些细胞足以唤起相应的行为反应。由此,科学家逐渐能够从观察“睡眠中出现了记忆活动”,推进到标记、读取和操控具体记忆。

新研究的突破在于,它不只是证明记忆会在睡眠中重放,而是进一步说明:不同情绪属性的记忆重放,会把睡眠推向不同方向。

研究显示,负面记忆印迹细胞更倾向于通过海马—杏仁核相关通路连接促觉醒系统,使动物更容易醒来;正面记忆相关活动则更可能增强促睡眠通路,使睡眠更稳定,从而提高对噪声干扰的抵御能力。换言之,大脑并不是把所有记忆都当作同一种“待整理文件”,而是会根据经历的情绪价值,调节夜间睡眠状态。坏记忆像夜间警报器,提醒机体保持戒备;好记忆则更像安抚信号,帮助睡眠维持下去。

这也解释了为什么压力、恐惧和创伤常与睡眠障碍纠缠在一起。在慢性社会挫败应激模型小鼠中,研究人员发现,睡眠碎片化与应激相关记忆的重激活有关;当他们在睡眠中抑制这些负面记忆印迹细胞的活动时,动物睡眠破碎程度明显改善。

这项研究为认知活动与睡眠状态之间的双向调控提供了实验证据,也提示记忆印迹细胞可能成为抑郁、焦虑、创伤后应激障碍等相关睡眠问题的潜在干预靶点。

(综合:《Science》《Nature》、

清华大学官网、北京智源人工智能研究院)

甘蔗为什么这么甜

食糖是关系国计民生的重要战略物资,甘蔗贡献了中国80%以上的食糖供给。然而,当前中国食糖对外依存度长期超过30%,产业国际竞争力仍显不足。过去数十年间,中国甘蔗种植长期依赖ROC系列品种,特别是ROC22在2000—2013年一度占据约85%的种植面积。与此同时,甘蔗种植区域逐渐向干旱坡地转移,产业面临生态环境变化与品种退化的双重压力,新品种选育需求日益迫切。

中国热带农业科学院热带生物技术研究所、热带作物生物育种全国重点实验室甘蔗研究中心等机构,成功构建了现代栽培甘蔗奠基品种“蔗王”POJ2878的染色体级完整基因组,并通过群体遗传解析和功能验证,揭示了甘蔗高糖积累背后的基因组基础。2026年5月27日,相关研究成果发表于《Nature》。

现代栽培甘蔗是典型的复杂多倍体作物,通常含有10~12套染色体。对基因组学研究而言,这相当于把十几套高度相似的“拼图”混在一起:不仅组装困难,传统基因定位方法也很难准确判断某个变异来自哪一套染色体、发挥多大作用。

为破解这一难题,研发团队开发了C-Phasing、KMERIA和Allele-Express 3套分析工具,分别用于多倍体基因组单倍型组装、复杂性状关联分析和等位基因表达定量。团队最终将118条染色体完美归入10个同源染色