

“一电子、一比特”，单电子存储器来了

(上接第 1 版)

被问及保持高产出的秘诀时，刘春森笑着说：“每年统计一下我的头发就行。”玩笑背后，是数年的积累和试错。

2021 年至 2022 年间，团队开始酝酿“破晓”“长缨”“归壹”3 项研究。由于精力有限，加之“归壹”始终找不到合适的技术路线，团队只得暂时将其搁置，集中力量推进前两项研究。

等到“破晓”论文被接收时，该论文第一作者、复旦大学 2022 级博士研究生向昱桐刚好腾出精力，便接手了这个迟迟没有答案的课题。

当时既没有成熟的机理解释，也没有可以直接沿用的器件设计。工科背景的向昱桐先“恶补”了一番教科书上的单电子相关理论，随后投入实验。但最初的两个月，他始终观测不到足够清晰的电压信号。

转折发生在 2025 年 5 月。一次讨论中，刘春森提出了“归壹”的初步架构，自对准平面裁剪方案也在讨论中逐渐成形。

“讨论完，我们先做了一次实验，已经能看到一些现象。之后又迭代了一两次，器件就差不多能稳定做出来了。”向昱桐告诉《中国科学报》。

回顾这项一度停滞又在厘清思路后迅速推进的工作，刘春森感叹，找准方向十分重要。“在不断试错的过程中，我们逐渐靠近正确的道路。等真正找准了路，再沿着它延伸，后面就变得越来越快。”

从更广的范围看，二维材料也为我国存储技术提供了换道超车的可能。

周鹏认为，传统硅基集成电路经过数十年发展，已经形成成熟而庞大的产业体系。如果始终沿着既定路线追赶，很难真正实现赶超。二维材料则打开了一条尚未定型的新赛道，使中国科研人员有机会从源头参与材料、器件和芯片架构的构建，也为我国走到存储领域世界前列提供了机会。

打造“二维宇宙”，加速落地

团队重新“拾起”单电子存储，还缘于对人工智能(AI)时代存储需求的判断。

长期以来，不同存储器只能在速度、容量、能耗和非易失性之间取舍。静态随机存取存储器(SRAM)、DRAM 速度较快，但断电后数据会消失；闪存容量较大、能够长期保存数据，读写速度却相对较慢。因此，无论是电脑还是手机，都不得不配备易失性存储和非易失性存储两套系统，让它们分工合作。

随着 AI 模型规模扩大，数据搬运带来的时间和能耗开销明显增加。能否找到一种兼顾速度、密度、能耗和非易失性的存储器，成为团队长期追问的问题。

2015 年，刘春森本科毕业后来到复旦大学求学，成为周鹏指导的第一个博士生。师生二人从搭建实验平台开始，逐渐建立起二维闪存的材料、器件和测试体系。

2018 年，他们报道了首个高速准非易失闪存，将写入速度提升至 10 纳秒量级，但构建的二维半浮栅闪存结构较为复杂，且在非易失性上做出了牺牲。2021 年，他们进一步提出辅助势垒隧穿增强机理，将读写速度提至 20 纳秒的同时，还确保了数据存储的非易失性。

基于前期积累，他们判断二维闪存器件具有产业化价值。也是在 2021 年，刘春森的身份从学生变成了老师，开始转变方向，带领团队向集成研究转型。

如今，团队打造的“二维宇宙”已初具雏形：“破晓”指向非易失存储的速度上限，“归壹”触及单个比特所需电荷数的极限，“长缨”则回答二维器件如何接入成熟硅基系统。

3 条路线最终需要在工程上汇合，在传统硅材料基础上建立起“杂交”新路径。

周鹏把未来的混合架构比作一幢房子。二维材料负责建造存放电子的“房间”，成熟硅技术承担逻辑控制和系统集成，由硅基 CMOS 电路负责控制哪些房间放入电子、哪些房间空置。

目前，团队正在筹备成立初创公司，计划将单器件逐步扩展为 10 兆乃至上百兆的比特级原型芯片，再通过专利授权、联合研发等方式与上下游企业合作。周鹏预计，如果公司孵化和后续工程验证顺利，相关技术有望在未来 3 至 5 年进入转化落地阶段。

深度参与“破晓”和“归壹”的向昱桐也计划加入公司，把自己在实验室做出的器件送进产业链。“我想亲自看一看，我们的技术是不是真的有用，能不能经得住市场检验。”他说。

相关论文信息：
<http://doi.org/10.1126/science.aeg6638>

门诊手术连轴转，她依然坚持扎进实验室

(上接第 1 版)

26 岁卵巢交界性肿瘤患者小陈，就是其中之一。小陈坚决要求保留生育功能，对此周颖并没有简单地说“风险太大”，而是带领团队反复评估病情，为她量身定制了一套生育力保护方案并全程跟进。最终，小陈不仅战胜了病魔，更先后成功孕育了两个健康的宝宝。当小陈抱着孩子来致谢时，周颖动容地说：“这就是医生的成就感。”

小陈的诊疗经历也让周颖意识到，现代妇科肿瘤医生不能只做“切掉病灶”的手术匠，更要做“生命与生育”的守护者。

为此，周颖牵头构建了年轻妇科肿瘤患者生育力保护治疗体系，制定卵巢恶性肿瘤围手术期管理标准流程，创建了家族遗传性妇科肿瘤“遗传咨询－筛查－预防手术－随访”全链条诊疗模式。截至目前，周颖团队已成功守护 100 多名和小陈类似遭遇患者的生育希望。

“医生的临床工作已经够忙了，你怎么还能挤出时间做科研？”面对疑问，周颖的答案始终是“热爱”——“只有热爱才会产生自我驱动力”。

周颖清晰记得，2022 年疫情封控期间，她用一个多月时间阅读了一两百篇有关生殖道感染的论文。“读完论文再做临床工作时，我对

肌肉多、腹部脂肪少、患病风险低

携带这种基因突变的人“有福”了

本报讯 一项大规模基因组研究发现，一种特定基因的突变与肌肉比例上升、腹部脂肪与血糖水平下降，以及 2 型糖尿病、心脏病等疾病风险降低有关。

这种名为 FNIP1 的基因参与了细胞代谢过程，在细胞对某些营养物质的感知与应答中发挥了重要作用。科学家近日在《自然》发表论文称，在参与该研究的受试者中，只有约 1/7000 的人携带这种对健康有益的 FNIP1 突变。

不过，对于绝大多数缺乏这种突变的人而言，这项研究也有价值。它找到了一个潜在的药物靶点，有望开发出能够复制这种基因突变对心血管代谢疾病的保护作用的药物。心血管代谢疾病是一系列相互关联的疾病，包括中风、糖尿病、心脏病及某些类型的肝病。论文作者、美国再生元遗传学中心的 Luca Lotta 表示：“这类疾病是全球首要死亡原因，具有很强的遗传基础。”

为探明这类疾病的作用机制，Lotta 团队采用先进的 DNA 测序技术，分析了来自三大洲不同背景的 100 多万人的基因组。研究人员随后筛选了与血液生物标志物“TG：HDL”变化

相关的遗传变异。TG：HDL 是甘油三酯与高密度脂蛋白胆固醇(俗称“好胆固醇”)的比值。“这个比值越大，患代谢性疾病的风险就越大。”Lotta 说。

团队发现 FNIP1 基因突变显得格外突出。携带这种突变的人会使体内两个 FNIP1 拷贝中的一个失去功能，其代谢水平明显优于其他人，患上心血管代谢疾病的平均风险下降了 60%。

研究人员随后通过在人类肝细胞中抑制 FNIP1 及其相关基因，进一步探究了这些基因线索。结果发现，抑制这些基因会使参与脂质分解的基因表达增加。他们接着在小鼠身上重复了该实验，以验证这种方法能否预防疾病，结果确实如此。

英国剑桥大学的 Sadaf Farooqi 表示：“过去人们一直认为，这些重大疾病是由常见的基因变异引起的。但实际上，恰恰是这些罕见的基因突变向我们揭示了需要改变哪些生物通路才能增加或降低患病风险。”她说，这项研究成果“充分体现了大规模基因发现的价值”。

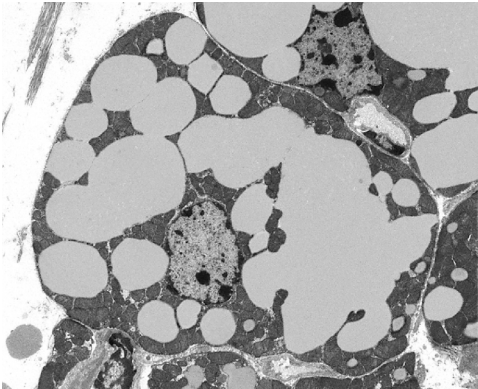
从进化角度看，人体为什么偏爱一个看似会增加患病风险的基因呢？Lotta 解释说：“长期

以来，人类一直生活在一个热量匮乏的环境中，每一卡路里都很珍贵。像这样的通路能帮助人体储存热量以备不时之需，就像一个代谢刹车，告诉身体‘不要过多燃烧脂肪，你可能会耗尽能量’。”他说，如今人类生活在一个热量过剩的环境中，而我们的基因组几乎没有改变，但环境却发生了变化。“二者存在着不匹配。”

这类有益的基因突变相当于松开了代谢的刹车，让身体加快燃烧脂肪。有意思的是，携带突变的受试者和其他人的体重并没有很大差异。Lotta 分析，现实生活中，突变携带者或许会通过多进食补偿更高的能量消耗。

目前仍需更多研究验证上述关联。研究团队希望该成果最终可以推动药物的研发，复制这种基因突变的保护作用。但这需要十分谨慎，不能完全敲除 FNIP1 基因。倘若两个 FNIP1 拷贝全部发生突变，而非一个，则会诱发严重的心脏病及免疫功能紊乱。Lotta 提出，可以把药物作用靶点限定于肝细胞，从而避免这种风险。

美国得克萨斯大学休斯敦健康科学中心公共卫生学院的 Kari North 指出，这项研究筛选



携带 FNIP1 突变的人脂肪与肌肉的比例会降低。
图片来源:Steve Gschmeissner

了上百万人才找到这种非常罕见的基因突变，而它揭示的生物学机理能够造福全球数以百万计的人。(王方)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10864-2>

不同的文化，相同的“痒痒肉”

本报讯 一项针对中国、荷兰和希腊背景受试者的研究发现，身体的“痒痒肉”似乎在不同文化中是共通的。该研究结果表明，怕痒的感觉有别于其他身体感觉，例如普通的触觉或疼痛。相关研究成果 8 月 10 日发表于《自然－人类行为》。

尽管大多数人都熟悉被挠痒的感觉，但科学家仍不完全了解为什么某些身体部位比其他部位更怕痒，以及这种现象是否在不同文化中普遍存在。

在这项研究中，荷兰拉德堡德大学的熊子良(音)和 Konstantina Kilteni 分析了来自中国、荷兰和希腊这 3 个不同文化背景的 448 名 18 至 30 岁成年人的在线调查问卷。参与者报告了他们对挠痒的体验和感知，并标出了身体上感到痒的部位。

总体而言，98.4% 的受访者表示至少被挠过一次痒，95.8% 表示曾挠过别人，而 71% 的受访者认为自己对挠痒的敏感度为中等至极高。在所有 3 个文化群体中，参与者描述的反应相似，尤其是大笑，并且一致将颈部、腋下、腹部和脚底识别为怕痒的部位。

研究人员还发现，与怕痒最常相关的身体部位，与其他身体感觉，如愉悦或疼痛相关的部位之间存在系统性差异。这表明怕痒可能是一种特殊的躯体感觉体验，具有独特的生理、神经和社会心理特征。接触频率较低的身体部位往往更怕痒，这支持了达尔文最初提出的假说。然而，这并不能完全解释为什么某些部位比其他部位更怕痒。

研究人员得出结论，目前尚无任何单一理论能完全解释为何某些身体部位比其他部位更怕痒。怕痒程度很可能是感觉、生理和心理因素复杂交织的结果。研究人员表示，需要进一步研究以探索该结果是否适用于其他文化，以及意图和同意等社会因素如何影响被挠痒的体验。

(赵照熙)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41562-026-02535-z>

持续干旱致美最大水库水位降至历史最低

据新华社电 在持续极端干旱影响下，美国最大水库米德湖的水位 8 月 7 日已降至历史最低点，凸显美国西部目前面临日益严峻的水资源危机。

根据美国灌溉局公布的数据，7 日凌晨米德湖水位降至海拔 1040.46 英尺(约 317.13 米)，比 2022 年 7 月创下的最低纪录还低约 0.04 米，成为米德湖自 1937 年首次蓄水以来的最低水位。米德湖位于内华达州和亚利桑那州交界处，它与附近的美第二大水库鲍威尔湖构成了科罗拉多河水系的重要组成部分，这两个湖为拉斯维加斯等城市提供饮用水，并为加利福尼亚州和亚利桑那州等地的广阔农业地区提供灌溉水。

专家对美国媒体表示，由于长期过度取水以及持续多年的旱情，科罗拉多河流域的水资源一直在不断减少。米德湖和鲍威尔湖目前的总蓄水量已降至自两座水库建成蓄水以来的最低水平。根据美国灌溉局的数据，目前米德湖蓄水量仅约占其总库容的 27%，鲍威尔湖蓄水量仅约占其总库容的 22%。专家还指出，近来接连数月的高温天气进一步加剧了整个科罗拉多河流域的干旱状况。

在依赖科罗拉多河的美国西部七州经过多年谈判却始终未能达成协议后，美国灌溉局本月初公布了一项为期 10 年的科罗拉多河运行管理框架，计划对下游各州实施大幅度节水措施。

(高山)



埃及红金字塔。

图片来源:Reinhard Dirscherl / Alamy

■ 科学此刻 ■

金字塔边可能有大坝

无用处，但作为缓解洪水的设施却十分合理。综合各项特征来看，它们可能是目前已知最古老的“鸭嘴坝”式水坝。这类水坝具备调控洪水的功能。

“通过建造这套大型的二级水坝系统，古埃及人成功抵御了山洪，储存了数百万加仑的水资源，并将水流直接引至建筑工地。”研究团队成员、埃及开罗大学的 Sayed Hemeda 表示，“这有力地证明，古埃及人将水作为主要能源与运输方式来搬运吨吨重的石块，从根本上改写了金字塔建造方式的历史叙事。”

Snefru 统治时期还开展过其他早期水利工程，包括更靠北部的 Sadd el-Kafara 水坝。该水坝在一场特大洪水后坍塌。这项新研究表明，红金字塔附近的这座可能存在的水坝能够抵御尼罗河的强大洪水，表明 Snefru 和他的建筑师们从过往的失误中吸取了教训。

“如果能通过考古发掘得到证实，这项研究将极大地改变我们对埃及第四王朝建造体系的认知。”埃及旅游与文物部的 He-sham Hussein 表示。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s40494-026-02833-9>

一项近日发表于《npj－遗产科学》的研究认为，埃及红金字塔附近的两处大型建筑可能是一座古老水坝的遗迹。这可能是最古老的大型水坝之一。这项研究表明，早期金字塔工程师掌握的复杂技术与水资源调控能力远超此前的认知。

红金字塔是埃及第四王朝法老 Snefru 统治时期的第二座大型金字塔陵墓工程。其统治时期约为公元前 2613 年至公元前 2589 年。红金字塔被认为是第一座四面拥有相同平滑斜坡的“真正意义上的”金字塔，为后世吉萨地区那些更为知名的金字塔奠定了基础。

1843 年，研究人员在距离红金字塔仅 40 米的达舒尔河谷中发现了两处大型建筑。自 1947 年以来，研究人员一直认为这些建筑是施工坡道或道路，用于将巨型石灰石块从采石场运送至金字塔建造地。但随着关于古埃及湿润气候的相关研究不断涌现，一些学者开始对这一沿用已久的假说提出质疑。

为进一步研究这些建筑，法国私立研究机构 Paleotechnic 的 Xavier Landreau 和同事借助卫星影像、历史地图、地形建模与流域分析展开了研究。研究结果清晰呈现了这些建筑的特征及其与周边地貌的适配关系，显示两处建筑长约 600 至 700 米、宽 15 至 30

那些反复发作、久治不愈的生殖道感染疾病，突然就有了全新的诊疗思路。所以，我始终认为科研问题来自临床，科研成果最终反哺临床。”如今，她的学科团队里已正式开辟“生殖道感染”亚专科方向。

面对被称为“妇癌之王”的卵巢癌，周颖带领团队历时 10 年，利用单细胞测序技术绘制出卵巢癌腹水的肿瘤细胞图谱，揭示了绝经前与绝经后两类患者的肿瘤异质性特征，为卵巢癌的精准治疗提供了科学依据。在宫颈癌治疗领域，周颖带领团队成功转化了中国科大教授王育才团队研发的人乳头瘤病毒(HPV)治疗性 mRNA 疫苗，目前已经进入 II 期临床研究。

近 5 年，周颖作为第一作者或通讯作者在国际高水平期刊发表论文近 20 篇，主持 5 个国家自然科学基金项目，获得第九届“安徽省青年科技创新奖”杰出奖。

一群人，一束光

当了科室主任之后，周颖考虑问题的重心变了。她最担心的，不再是遇到复杂的疑难杂症，而是“科室里只有我一个人会看”。她认真梳理了

科室的人才梯队，发现 5 年内有 5 位高级主任退休，10 年内包括她自己在内，将有 12 人退出一线。“我停了门诊或者退休了，患者找谁？”

为帮助青年医生快速成长，每周一 18 点到 20 点，科室设置了雷打不动的工作例会。针对白天门诊接收的疑难杂症病例，全科室医生人人发言，共同讨论治疗方案。

除了在科室内部讨论，周颖还以多学科诊疗为抓手，把病理、影像、超声、肿瘤内科等多个学科的专家聚在一起讨论疑难病例。过去患者要跑好几个科室、等上好几天，如今一次会议就能拿出综合方案。短短几年，科室获批国家自然科学基金 11 项。

李跃波曾是周颖指导的研究生，毕业后加入团队。“周主任反复叮嘱我们，要把患者的需求放在首位，肿瘤患者一定要及时收治，要想办法协调家属，尽快解除病人痛苦。”

与周颖共事最久的团队成员朱靖说：“周主任自我要求非常高，全年无休，门诊、手术室、实验室连轴转。她常说，热爱这个专业、对患者有责任心、有了这两点，你能走得远，也会立得住。”周颖还把自己的临床经验毫无保留地写成书。她牵头撰写的《卵巢恶性肿瘤围术期管理