

集微技术信息简报

2025 年第 6 期 (总第 69 期)

中国科学院文献情报中心

2025 年 11 月制

本期目录

政策计划

美国启动人工智能“创世纪计划”.....	1
英国发布人工智能赋能科学战略	2
德国联邦政府发布《微电子战略》	2
中国台湾预告修改战略性高科技货品出口管制清单	3
欧盟委员会计划设立数十亿欧元的“扩大欧洲基金”支持战略科技公司发展.....	4
美日签署《科技繁荣协议备忘录》推动人工智能和量子等技术发展	5
欧盟各国联合签署《半导体联盟宣言》 呼吁尽快修订《欧盟芯片法案》	6
美国国家标准与技术研究院发布《21 世纪美国技术领导力战略》 ...	6

产业洞察

美国智库发布《半导体出口管制双刃剑：电子设计自动化》报告	9
SEMI 发布评论文章《从危机到机遇：欧洲半导体的觉醒》	12
美国光学学会认为光子学已成为欧盟 AI 发展战略的推动力量	13

前沿研究

三星电子开发出基于铁电场效应晶体管的超低功耗 NAND 存储器，节能高达 96%	14
中国科学院上海微系统所等实现多达 20 个确定性量子点单光子源的同步片上集成与光谱调谐	15
韩国科学技术研究院展示全球首个超高分辨率分布式量子传感器网络	17
德国于利希超级计算中心和英伟达合作首次模拟具有 50 个量子比特的通用量子计算机	18
中国科学院半导体所研制出可在高温稳定工作的 100 GHz 量子点光	

产业动态

英特尔公布首款基于 Intel 18A 制程工艺打造的 Panther Lake 处理器	22
美国高通宣布推出两款 AI 芯片 AI200 和 AI250，重新定义机架级 AI 推理	23
以色列 HPC 芯片设计初创企业 NextSilicon 推出非冯·诺依曼架构芯片 Maverick-2	23
美国 SecureFoundry 公司发布新型超光束阵列光刻系统	24
美国初创企业 Substrate 融资 1 亿美元开发基于粒子加速器的 X 射线光刻设备	25
美国初创公司 Tachyum 发布 2nm Prodigy 通用处理器，宣称性能超越 NVIDIA 相关产品	26

政策计划

美国启动人工智能“创世纪计划”

据美国白宫官网 11 月 24 日报道，特朗普总统签署了一项行政命令，启动一项国家级行动战略“创世纪计划（Genesis Mission）”¹，旨在加速人工智能在突破性科学发现中的应用，以应对紧迫的国家挑战。该行政命令将此计划与美国史上的“曼哈顿”计划相提并论。

“创世纪计划”将构建一体化人工智能平台，整合美国联邦科学数据集用于训练科学基础模型，并创建人工智能智能体，以验证新的假设、自动化研究流程、加速科学突破。“创世纪计划”将汇聚美国研发资源，将美国杰出科学家的努力与龙头企业、世界顶尖大学、现有研究基础设施、数据存储库、工厂及国家安全设施等结合起来，实现人工智能研发与应用的飞跃性加速。

“创世纪计划”将极大加速科学发现进程，强化国家安全体系，确保能源主导地位，提升劳动生产率，并成倍放大研发投入回报，从而进一步巩固美国的科技霸权与全球战略领导地位。

根据行政命令要求：（1）美国能源部部长负责在本机构内执行该计划，并在法律授权范围内酌情设定优先事项，确保将用于完成计划各项工作的所有能源部资源整合至安全、统一的平台。能源部部长可指定一名高级官员负责监督计划的日常运作。（2）总统科学与技术事务助理（APST）全面负责该计划，包括通过国家科学技术委员会（NSTC）协调参与的行政部门和机构，并发布指导方针，以确保该计划与国家目标保持一致。（3）自本行政命令颁布之日起 60 日内，美国能源部部长应确定并向 APST 提交一份详细清单，列出

¹ <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/11/launching-the-genesis-mission/>

至少 20 项具有国家重要性的科技挑战。该清单所列挑战需要涵盖与 2025 年 9 月 23 日《国家科技备忘录 2》相符的优先领域，包括：先进制造业、生物技术、关键材料、核裂变与核聚变能源、量子信息科学以及半导体与微电子学。

（执笔：王丽）

英国发布人工智能赋能科学战略

2025 年 11 月 20 日，英国科学、创新与技术部发布《人工智能赋能科学战略》（AI for Science Strategy）¹。战略提出，以数据、算力、人才与文化三大支柱和 AI 驱动科学为核心抓手，面向工程生物、聚变能源、先进材料、医学研究和量子技术五大优先领域，配套最高 1.37 亿英镑专项投入，打造高质量科研数据集和与国家超算平台协同运行的数据与算力基础设施，扩大超算资源开放，培育跨学科科研与技术人才，推动自主实验室、AI 科学智能体等前沿工具在重点领域布局应用，重塑科研组织和发现范式。通过设立如“到 2030 年实现 100 天内将候选药物推至临床试验准备阶段”的任务，加速药物发现等关键应用，巩固和提升英国在 AI 赋能科学方面的全球领导地位。该战略规划框架清楚、措施明确，对相关布局具有重要启示意义。全文见“战略科技前沿”公众号

（执笔：王丽）

德国联邦政府发布《微电子战略》

据官网 10 月 15 日报道，德国联邦政府发布《微电子战略》（Mikroelektronik-Strategie），该战略首次为微电子领域构建了一个清晰的框架，以实施兼具针对性与协同性的专项措施。该战略既是“德国高科技议程”的重要组成部分，也充分利用了《欧洲芯片法案》

¹ <https://www.gov.uk/government/publications/ai-for-science-strategy/ai-for-science-strategy>

带来的机遇，致力于促进欧盟在这一关键技术领域的协同行动¹。

该战略提出六大行动方针：扩展芯片设计能力、推动技术从实验室向晶圆厂转化、扩充技术工人队伍、提升技术工人专业素养、激励投资、拓展欧洲内部协作和国际合作，以全面提升德国在微电子领域的竞争力、技术主权和供应链韧性。

在落地实施方面，10月28日，德国在杜伊斯堡举行的微系统技术大会上宣布正式启动芯片能力中心（German Chips Competence Centre，G3C）²。依托 G3C，德国企业和研究机构可以直接接入欧洲最先进的半导体基础设施，从而促进德国先进封装、光子集成电路、FD-SOI 和宽禁带半导体等关键技术研发，降低创新壁垒，加快市场准入。

G3C 作为一个中心门户，将德国的半导体生态系统与欧洲的设计和制造试点生产线连接并协同起来，使得德国企业能够受益于欧洲最先进的半导体基础设施，从而提升德国作为领先半导体中心的地位。未来四年，G3C 将由德国微电子研究中心负责建设，该项目获得《欧盟芯片法案》和德国联邦研究、技术与空间部（BMFTR）联合资助 790 万欧元。

（执笔：沈湘 王丽）

中国台湾预告修改战略性高科货品出口管制清单

据官网 11 月 17 日报道，中国台湾经济部预告修改战略性高科货品出口管制清单，新增高科管制项目涵盖三大类，具体涉及：

（1）高端 3D 打印设备，以及相关设计或修改的软件；（2）先进半导体设备和材料、工艺，包括互补金属氧化物半导体（CMOS）集成电路、EUV 光罩、低温冷却系统、扫描电子显微镜（SEM）设备、

¹ https://www.bmftr.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/2025/mikroelektronik-strategie.pdf?__blob=publicationFile&v=2

² <https://www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de/en/Media-Center/Press/german-chips-competence-centre-launched-as-gateway-to-european-p.html>

低温晶圆测试设备、外延材料、GAA FET 工艺等；（3）量子电脑，以及相关设备及软件¹。

中国台湾经济部指出，参考瓦圣那协议等国际出口管制规范与公约，提出对《军商两用货品及技术出口管制清单》及《一般军用货品清单》进行修正。中国台湾厂商若计划开展相关出口业务，须事先向中国台湾贸易署申请战略性高科技货品输出许可。

（执笔：沈湘）

欧盟委员会计划设立数十亿欧元的“扩大欧洲基金”支持战略科技公司发展

据官网 10 月 28 日报道，欧盟委员会召集来自欧洲各地的顶级私人投资者，商讨设立“扩大欧洲基金（Scaleup Europe Fund）”²。该基金的规模将达数十亿欧元，专项用于资助欧洲战略科技公司的发展，覆盖人工智能、量子技术、半导体技术、机器人和自主系统、能源技术、空间技术、生物技术、医疗技术、先进材料和农业技术等领域。欧盟委员会将与创始投资者一起遴选并指定一家管理公司，来负责“扩大欧洲基金”的落地实施，并计划于 2026 年春季开展首次投资。

欧盟委员会主席乌尔苏拉·冯德莱恩在《欧盟 2025 年国情咨文》中宣称，“扩大欧洲基金”是一项旗舰计划，旨在对关键技术领域年轻、快速增长的公司进行重大投资，增强欧盟的科技创新能力和科技竞争力，缩小与全球领导者之间的差距。

（执笔：沈湘）

¹ https://www.moea.gov.tw/Mns/populace/news/News.aspx?kind=2&menu_id=41&news_id=121088

² https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_25_2529

美日签署《科技繁荣协议备忘录》推动人工智能和量子等技术发展

据白宫官网 10 月 28 日报道，美国白宫科技政策办公室与日本内阁府正式签署《科技繁荣协议合作备忘录》¹。该备忘录旨在强化美日两国在人工智能、量子信息科学、生物技术、聚变能源、先进通信网络、太空探索等战略性科技领域的双边合作，整合美国在人工智能基础研究、芯片设计等领域以及日本在材料科学、精密制造、量子技术应用等领域的独特优势，通过建立系统性合作框架以应对其他科技强国的竞争挑战，构建以美日为主导的可信技术生态系统。

备忘录将人工智能应用和创新列为首要合作领域。两国将通过美国国家科学基金会、日本科学技术振兴机构、日本学术振兴会等机构，推动人工智能在科学、工业和社会领域的应用。两国还将深化高性能计算、尖端半导体技术和量子计算方面的合作，增强人工智能基础设施发展。同时，两国将推进人工智能创新政策框架的制定，促进美日主导的人工智能技术生态系统建设，并在人工智能全栈技术的出口、供应链安全、行业标准制定等方面展开全方位合作。

美日计划在六大关键领域构建以美日为主导的可信技术生态系统：（1）**研究安全**领域，两国将加强对关键和新兴技术研发的保护，支持大学、研究机构和产业界的能力建设。（2）**先进无线接入网络和 5G/6G 技术**领域，美国国家电信和信息管理局与日本总务省将合作构建可信互操作的供应链，推进开放式无线接入网（Open RAN）和人工智能无线接入网（AI-RAN）等技术创新。（3）**医药和生物技术**领域，两国将确保医药和生物技术供应链、知识产权和创新生态系统的安全，并加快漏洞识别和补救举措。（4）**量子信息科学**技术领域，两国将通过领先的量子研究机构和国家实验室开展性能评估、算法开发等合作。（5）**聚变能源**领域，两国将在磁体和高功率

¹ <https://www.whitehouse.gov/articles/2025/10/u-s-japan-technology-prosperity-deal/>

组件供应链、聚变燃料循环等关键技术上展开合作，支持聚变反应堆的商业化发展。（6）太空探索领域，两国将继续在国际空间站、阿尔忒弥斯月球探测任务等项目上深化合作。

2025年9月美英已签署《科技繁荣协议合作备忘录》推动人工智能和量子等技术发展。美英、美日科技合作备忘录的签署是全球科技竞争格局演变的标志性事件。它不仅将重塑美国在关键技术领域的合作模式，更将对全球技术标准制定、产业链布局、创新生态构建产生深远影响。

（执笔：李国强 沈湘）

欧盟各国联合签署《半导体联盟宣言》呼吁尽快修订《欧盟芯片法案》

据欧盟半导体产业协会9月29日报道，欧盟27个成员国共同签署了《半导体联盟宣言》（Declaration of the Semicon Coalition），呼吁对《欧盟芯片法案》进行紧急修订¹。

该宣言确立了五项优先事项：（1）通过产业界、研发界、中小企业和初创企业之间的协作强化半导体生态系统；（2）协调欧盟与国家层级的资金安排，加快战略项目审批，并调动私营资本；（3）建设强大的欧盟半导体人才培养体系；（4）发展高能效、可循环的半导体制造；（5）拓展国际伙伴关系，与志同道合的全球伙伴合作，同时保护欧盟的战略自主权。

（执笔：沈湘）

美国国家标准与技术研究院发布《21世纪美国技术领导力战略》

据官网9月2日报道，美国国家标准与技术研究院（NIST）发

¹ https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/2025.09.29_ESIA-PR_SemiconCoalition-IndEndorse.pdf;
<https://www.government.nl/latest/news/2025/09/29/all-eu-countries-join-semicon-coalition-to-secure-technological-leadership>

布了《21 世纪美国技术领导力战略》¹。该战略指出，NIST 将紧密围绕美国总统的科技议程，聚焦人工智能、量子技术、生物技术与半导体四个关键领域，通过推进关键与新兴技术发展、强化在标准领域的领导地位、加速科技创新成果的商业化应用以及建设现代化科研基础设施，全面提升美国在全球科技体系中的创新速度与产业韧性。

在加速未来关键和新兴技术创新方面，NIST 提出了四个战略目标及行动方案：

1. 加速美国量子产业基地的建设和规模化。

NIST 将与利益相关者、企业和专家合作，加快量子系统的研发与制造。重点任务包括：制造新型量子传感器；制造可扩展、高性能量子组件；开发量子网络，包括可部署的原子钟。

2. 巩固美国的人工智能领导地位。

NIST 将与产业界合作，推动人工智能系统与应用的研发与标准化。重点任务包括：推进自主智能体在制造业的应用，提高生产效率；开发具有防护功能的智能体，保护关键基础设施免受网络攻击；建立统一的人工智能性能、可靠性与安全性评估标准，增强美国人造智能产品的国际竞争力；完善人工智能系统能力快速评估机制，促进美国人工智能创新。

3. 释放生物技术潜能。

NIST 将与产业界合作，加速美国生物技术与生物制造领域的发展，助力药物研发、产品规模化应用与供应链韧性建设。重点任务包括：推动美国本土对新兴生物技术的应用推广，以及对生物制造产品的研发创新；建立高标准的生物参考材料与数据体系；融合人工智能技术，开发生物技术解决方案。

4. 半导体产业创新。

¹ <https://www.nist.gov/director/strategic-priorities>

NIST 将与美国产业界合作，确保美国在半导体领域的领导地位。重点任务包括：研发新一代半导体技术，提升美国在该领域的核心竞争力；填补研发生态系统缺口，推动半导体领域的创新发展；加速先进封装技术的创新突破，推动其向美国制造企业的规模化转化；交付面向半导体产业的数字孪生技术。

（执笔：沈湘 王丽）

产业洞察

美国智库发布《半导体出口管制双刃剑：电子设计自动化》报告

据官网 10 月 6 日报道，美国战略与国际研究中心（CSIS）发布《半导体出口管制双刃剑-电子设计自动化》报告¹。该报告主要聚焦于美国对华半导体出口管制背景下，中国在芯片设计领域推动“去美国化”的战略应对。报告指出，美国利用其龙头企业占据全球芯片设计市场约 70% 份额的绝对性优势，对中国实施了一系列出口管制。但这一举措犹如一把“双刃剑”，在试图限制中国获取先进技术的同时，也导致美国芯片设计企业的营收直线下降，暴露出美国出口管制政策的代价与困境。

一、美国对华芯片设计管制的演进路径和影响

（一）多边机制启动阶段

2022 年 8 月，美国联合《瓦森纳协定》成员国，首次将用于 3 nm 以下、采用全环绕栅极场效应晶体管（GAAFET）技术的 EDA 工具纳入多边出口管制。此举标志着美国开始在半导体设计上游关键环节构筑技术壁垒。

（二）单边管制扩展阶段

2022 年 10 月，美国进一步将先进芯片以及用于 14 nm 以下芯片制造的设备纳入管制范围；2023 年 10 月，美国扩大英伟达为中国市场定制 A800、H800 等降级版芯片的限制，并将管制适用范围扩大至 43 个国家，以防范技术转移风险。在这一阶段，美国更多地依赖自身的域外管辖与长臂执法，其盟友配合度与政策一致性开始出现波动。

（三）技术闭环与实体清单管理阶段

¹ <https://www.csis.org/analysis/double-edged-sword-semiconductor-export-controls-electronic-design-automation>; <https://www.csis.org/analysis/designing-out-us-technology>

2024年12月，美国出口管制措施进一步升级，将先进封装与工艺计算机辅助设计（TCAD）等关键软件工具纳入控制范围，并将华大九天等约140家中国企业增列入实体清单，显示出对上游EDA和相关设计环节进行系统性技术约束的决心。

（四）政策回调与动态博弈阶段

2025年6月，出现了政策转折。美国商务部向相关EDA厂商致函后，撤销了部分针对中国客户的软件出口限制。报告指出，此举并非战略转向，而是应对许可积压、企业营收受损和执行资源紧张等现实挑战的战术调整，反映出美国的出口管制政策进入了动态博弈阶段。

二、中国企业规避出口管制的措施

（一）利用存量许可与技术维护窗口期

在2022年美国针对3nm以下GAAFET技术EDA工具实施制裁前，中国头部芯片设计企业已通过长期授权协议，从美国EDA“三巨头”（Synopsys、Cadence、Siemens EDA）获取了长期有效的软件使用许可（部分许可期限达10年），覆盖了当时主流及部分先进制程的设计工具。

制裁生效后，中国企业虽无法获得美国EDA工具的软件更新（如针对5nm以下先进制程的功能迭代）和技术支持（如设计故障排查、与代工厂工艺适配指导等），但既有的存量许可仍能确保芯片设计的连续性，由此形成短期技术缓冲。与此同时，中国正加速本土EDA工具研发，以突破对国外技术的长期依赖。

（二）聚焦非管制技术路径

中国企业重点布局芯粒（Chiplet）技术路径，旨在通过2.5D/3D先进封装技术，将采用不同成熟制程（例如28nm、14nm）的、不同功能的芯粒进行集成，形成性能接近先进制程芯片的系统。

美国对14nm以上成熟工艺制程设备/工具管制较宽松，芯粒技术路径无需依赖5nm以下先进制程及配套管制EDA工具，单个芯

粒设计难度低，可从技术源头绕开对受管制先进制程的依赖。

（三）政府驱动本土生态建设

中国政府的“十四五”规划将 EDA 列为半导体领域“卡脖子”技术，2022 年成立国家 EDA 技术创新中心，整合企业、高校资源，协同攻关。

在资金层面，国家半导体大基金三期 2024 年募集超 475 亿美元，重点扶持华大九天等本土 EDA 企业推进全流程工具链研发。

在市场培育层面，政府通过政策引导国内芯片设计企业优先采用本土 EDA 工具，中国本土 EDA 企业市场份额从 2018 年的 6.24% 提升至 2022 年的 12.5%。同时，政府推动本土 EDA 企业与中芯国际等代工厂合作，加速工具与 28nm/14nm 成熟制程工艺的适配，逐步实现部分环节替代的目标。

三、EDA 出口管制对美国的战略反噬

（一）形成人才流动壁垒

据美国半导体产业协会（SIA）报告预测，到 2030 年，美国半导体行业将出现约 67000 名专业人才缺口。然而，美国出口管制的“视同出口”规则进一步制约了美国企业招聘和留用外国工程师的能力，形成了人才流动壁垒，削弱了创新根基。与此同时，中国正加速培养本土 STEM 人才，并积极吸纳全球高端专家。

（二）弱化盟友协调机制

美国从多边机制走向单边管制的过程，导致盟友配合度下降。日本、荷兰、欧盟内部的产业利益与政策节奏并不完全同步，这使得美国的管制体系在执行上出现了“高目标、低协同”的结构性矛盾。

（三）增加企业竞争力风险

长期高强度的管制不仅削弱了美国 EDA 企业的市场黏性和生态优势，增加了研发和合规成本；还削弱了其与全球客户的信任关系。CSIS 警告，如果这种局面持续，美国或面临在战略层面“自噬”其在

EDA 领域主导地位的风险。

总而言之，美国在半导体设计与 EDA 领域的出口管制是一场高风险的战略博弈。短期来看，该举措有效延缓了中国的技术进程，但也付出了盟友关系疏远、产业竞争力下滑、全球人才竞争与政策执行压力加剧的巨大代价。长期来看，决定这场技术竞赛成败的，已不再只是技术本身，更是政策设计的战略远见、国际协调与执行能力。如果美国无法在遏制与竞争力之间建立动态平衡，其构筑的技术管制体系很可能在长期战略层面反噬其全球领导力根基。

（执笔：沈湘 王丽）

SEMI 发布评论文章《从危机到机遇：欧洲半导体的觉醒》

据官网 11 月 11 日报道，国际半导体产业协会（SEMI）认为，在全球化变局下，欧洲半导体产业正在迎来战略觉醒，并致力于探索一条独特的复兴路径¹。

欧洲科技生态面临一个矛盾的现实：一方面，它孕育了像光刻机巨头 ASML 这样的全球冠军（市值 4060 亿美元）；另一方面，其全球芯片市场份额已从 1990 年的 44% 急剧萎缩至如今的 9%，且缺乏与亚马逊、英伟达比肩的科技巨头，在新技术商业化上被迫跟随美国步伐。

新冠疫情导致芯片短缺严重，俄乌冲突迫使欧洲重新审视其国防姿态和供应链安全，潜在的“美国优先”贸易政策加剧了欧洲的危机感，欧洲认识到必须投资于本土技术生态，以维护边界安全和技术主权。

欧盟推出了雄心勃勃的 430 亿欧元《欧洲芯片法案》，目标是到 2030 年将欧洲芯片市场份额提升至 20%。然而，法案实施两年多来，

¹ <https://www.semi.org/en/blogs/from-crisis-to-opportunity-europe-s-semiconductor-awakening>



进展不及预期。英特尔等大型项目未能如期落地，有限的公共资金仅流向了意法半导体、英飞凌、台积电等少数几个关键项目。

文章认为，欧洲的成功不在于模仿台积电的制造能力，或与美国比拼补贴，而在于持续巩固其已有的卓越领域：世界级的研究基础设施、在成熟和特色制程上的战略定位、以及一个希望获得安全半导体供应的国防工业基础。

（执笔：沈湘）

美国光学学会认为光子学已成为欧盟 AI 发展战略的推动力量

据美国光学学会（Optica）旗下权威新闻杂志光学和光子学网站 10 月 22 日发表的评论文章认为，随着欧洲押注人工智能，光子学成为欧盟 AI 发展的战略推动者¹。文章分析指出，欧盟正通过资金支持与产业协作推动人工智能与光子学融合，以强化技术主权与产业竞争力。

10 月初，欧盟委员会宣布一项 10 亿欧元计划，旨在加速人工智能在能源、制造、医疗、国防、通信等关键行业的应用，而这些行业普遍依赖光子学技术——医疗领域将光学成像、光谱学与 AI 诊断结合，AI 领域的海量数据需求依赖高速低延迟光通信网络实现传输，制造业则依靠激光加工等光子工具达成高精度与自动化制造。

同时，欧洲光子产业正推动其在“2028-2043 年欧盟第十个研究与创新框架计划（FP10）”中占据重要地位。9 月，Photonics21 协会呼吁在 FP10 内设立一个独立的 20 亿欧元光子学项目，强调光子学对 AI、量子、半导体制造等领域的关键使能作用。

（执笔：沈湘）

¹ https://www.optica.org/home/industry/2025/october/photonics_emerges_as_strategic_enabler_as_europe_bets_on_ai/

前沿研究

三星电子开发出基于铁电场效应晶体管的超低功耗 NAND 存储器，节能高达 96%

2025 年 11 月 26 日，三星电子科研团队在《自然》期刊发表研究成果，提出并实现了一种全新的铁电场效应晶体管设计，突破了 NAND 闪存的能效和容量瓶颈，比传统 NAND 节能高达 96%，存储密度达到或超过了当前最先进的 NAND 技术，为构建未来更加智能、高效、节能的计算系统奠定了硬件基础。

1. 随着人工智能和数据中心的快速发展，NAND 闪存的能源消耗日益凸显

人工智能的能源需求激增对存储器构成严峻挑战。当前人工智能硬件的发展重点已从提升图形处理单元 (GPU) 和神经处理单元 (NPU) 的计算吞吐量，转向使用高带宽存储器 (HBM) 缓解内存瓶颈，并逐步探索节能架构 (如存内计算)。尽管在这些领域取得了显著进步，但存储器、特别是 NAND 闪存的低功耗挑战仍未解决。

因此，设计和开发相变存储 (PCM)、磁阻存储 (MRAM)、阻变存储 (ReRAM)、铁电存储 (FRAM) 等新一代非易失性存储器，以突破现有存储技术的性能瓶颈，满足人工智能、边缘计算和智能汽车等新兴领域对海量数据存储与处理的爆发式需求，已成为当前集成电路领域的前沿研究方向之一。

2. 基于材料、结构和操作原理创新，从根本上瓦解了 NAND 闪存功耗与容量的传统权衡

研究团队采用锆掺杂的铪基铁电材料作为栅极介质、用氧化物半导体 (IGZO) 替代传统硅通道，通过低 k /高 k /铁电的多层栅堆叠设计，实现了器件性能的优化。更重要的是，从操作原理上实现了



颠覆性创新。不同于传统铁电体利用“上”、“下”两种极化状态的工作模式，研究团队仅利用由正栅压诱导的“上”极化状态。这种非对称的操作策略，巧妙地解耦了最大阈值电压与记忆窗口大小之间的物理关联。

该新型 NAND 存储器展现出卓越性能，比传统 NAND 节能高达 96%，支持每个单元存储 5 比特数据、存储密度达到或超过了当前最先进的 NAND 技术，且写入电压低。此外，研究团队证明了其与现有 3D NAND 架构的良好兼容性与可扩展性，充分验证了其工业化应用潜力。

3. 此项研究有望为未来数据中心、边缘计算和移动设备提供兼具超大容量和超低功耗的存储解决方案

该新型 NAND 存储器凭借多级存储特性、低操作功耗以及与现有 3D NAND 架构的兼容性，使其成为实现存内计算和模拟神经形态计算的理想候选技术，有望引领下一代存储技术变革，为 AI 推理任务的执行提供前所未有的能效比。

（执笔：沈湘）

中国科学院上海微系统所等实现多达 20 个确定性量子点单光子源的同步片上集成与光谱调谐

传统光量子芯片普遍采用概率性单光子光源，存在发射效率低、多光子制备困难等问题。固态原子（半导体量子点）可实现确定性、高效率的单光子发射，是实现片上多光子量子比特制备的理想光源。然而，固态量子光源面临频率非均匀展宽与缺乏高效混合集成技术等瓶颈，限制了其在大规模片上集成与量子网络互联中的应用¹。

针对光量子芯片中多光子态扩展化制备这一难题，中国科学院上海微系统与信息技术研究所联合中山大学、中国科学技术大学的

¹ https://www.cas.cn/syky/202511/t20251105_5087547.shtml

研究团队，结合量子点与铌酸锂两种优势光学材料，开发出基于“微转印”工艺的百纳米精度混合集成技术，成功实现 20 个量子确定性量子光源与低损耗铌酸锂光子芯片的混合集成，构建了目前国际上基于量子点确定性光源的最大规模混合集成光量子芯片¹。同时，该量子点单光子源的片上集成密度达 67 个/mm，厘米级芯片可容纳 1000 以上量子通道，且单通道量子点单光子源局域应力调控的功率损耗仅需微瓦，比硅光子芯片中热光调控的毫瓦功耗降低了三个数量级。

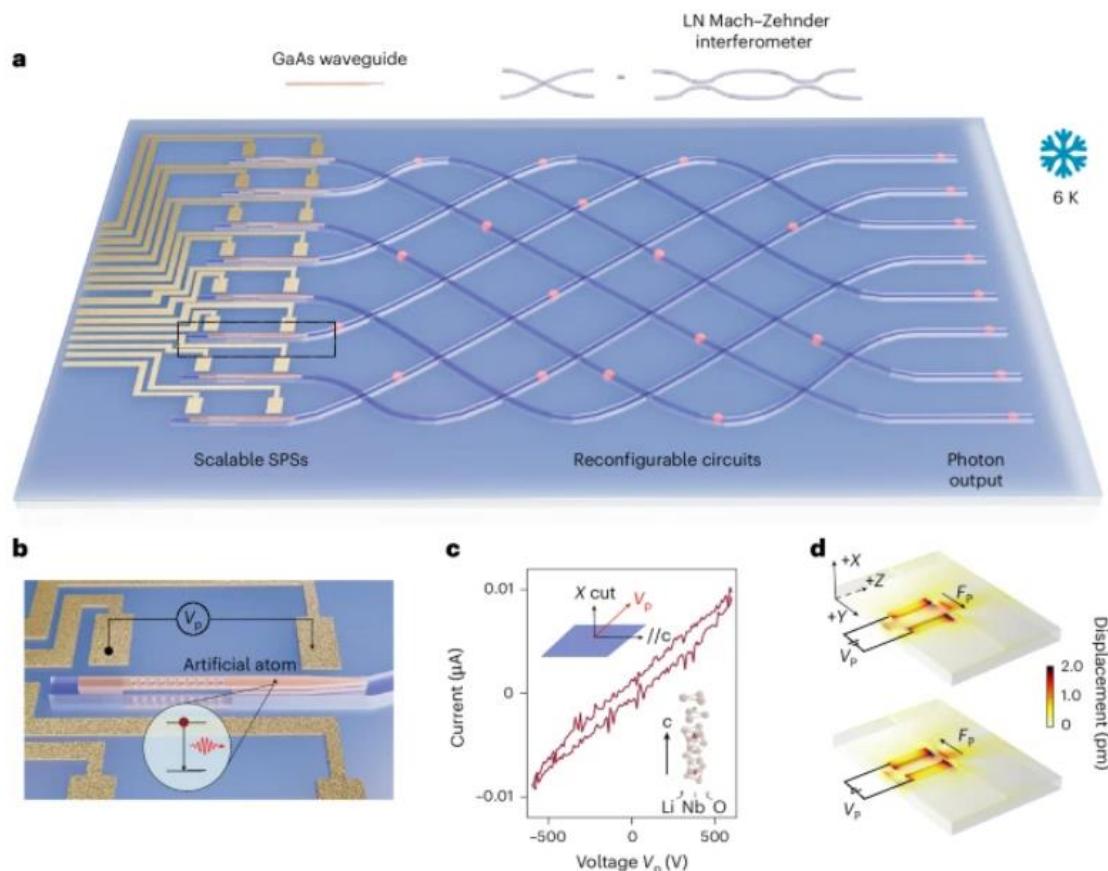


图 1 基于大规模异质集成光子芯片的量子网络

该研究通过材料功能创新与混合芯片架构的突破，为光量子芯片发展开辟了新的技术路径。研究团队将基于铌酸锂材料的高速电光效应，推进片上光子高速路由与纠缠分发的实现，同时为容错线

¹ Xudong Wang, Xiuqi Zhang, Bowen Chen, et al. Large-scale quantum dot–lithium niobate hybrid integrated photonic circuits enabling on-chip quantum networking [J]. *Nature Materials*, 2025.
<https://www.nature.com/articles/s41563-025-02398-1>



性光量子计算及可扩展量子互联网的发展提供潜在技术支撑。

(执笔: 沈湘)

韩国科学技术研究院展示全球首个超高分辨率分布式量子传感器网络

计量学中使用的传感器技术长期受限于“标准量子极限”的约束。分布式量子传感器被视为突破该限制的潜在替代方案。目前相关研究主要聚焦于提高量子传感器的精度,但在高分辨率成像领域的实际应用尚未得到充分验证¹。

韩国科学技术研究院量子技术中心研究团队通过采用名为“多模 N00N 态”的量子纠缠态,成功构建了全球首个具备超高分辨率的分布式量子传感网络,实现了传感器的分辨率与灵敏度的显著提升²。

与以往研究中的单光子纠缠态不同,多模 N00N 态通过在多个路径模式上纠缠多个光子,生成更为密集的干涉条纹,从而实现对微小物理变化的高灵敏探测和更精细的空间分辨。研究团队成功构建了跨四种路径模式的双光子多模 N00N 态,并利用该系统同时测量两个独立的相位参数。实验结果显示,该系统的测量精度较传统方法提升了约 88%,在实验层面实现了接近海森堡极限的性能,突破了以往仅存在于理论层面的设想,首次在实验中验证了其在超高分辨率成像中的可行性。

该研究成果展现了基于量子纠缠的实用化传感网络的显著应用潜力,标志着量子传感技术向实用化迈出了关键一步,同时为下一代精密测量技术的创新发展开辟了新路径。

¹ <https://www.kist.re.kr/eng/newscenter/latest-research-news.do?mode=view&articleNo=16600>

² <https://news.scienccenet.cn/htmlnews/2025/10/554288.shtml>

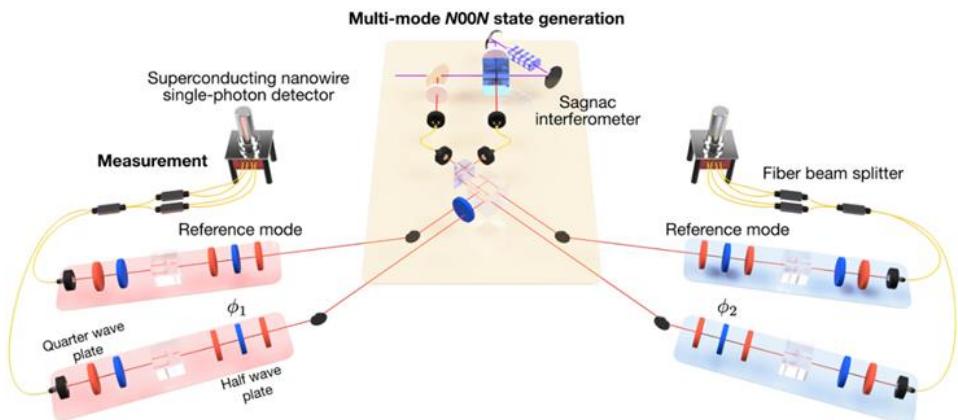


图 1 超高分辨率分布式量子传感器网络示意图

(执笔：沈湘)

德国于利希超级计算中心和英伟达合作首次模拟具有 50 个量子比特的通用量子计算机

德国于利希超级计算中心的研究团队与美国英伟达 (NVIDIA) 公司的专家合作，依托欧洲首台百亿亿次级超级计算机 JUPITER 首次完全模拟了具有 50 个量子比特的通用量子计算机，创造了量子模拟的新纪录¹。该研究成果依托于于利希超级计算中心新开发的高性能模拟器 JUQCS-50。其模拟结果超越了于利希超级计算中心研究员于 2019 年在日本“京 (K Computer)”超级计算机上创下的 48 个量子比特的世界纪录。这一突破不仅彰显了 JUPITER 超级计算机的巨大计算能力，为量子算法的开发和测试开辟了新视野，更推动了通用量子计算研究的快速发展。该研究已于 11 月 7 日发表在 arXiv 平台上。

在传统硬件上模拟量子计算机面临的核心挑战之一，在于内存需求将随量子比特数指数增长。每增加一个量子比特，计算和内存需求就会倍增。虽然在标准笔记本电脑上仍然可以处理约 30 个量子

¹ <https://www.fz-juelich.de/en/news/archive/press-release/2025/new-record-on-jupiter-simulating-a-50-qubit-quantum-computer#:~:text=A%20research%20team%20at%20the%20J%20Supercomputing%20Centre%2C,supercomputer%2C%20JUPITER%2C%20inaugurated%20at%20Forschungszentrum%20J%20in%20September; https://arxiv.org/abs/2511.03359>

比特的模拟任务，但模拟 50 个量子比特需要大约 2 PB（约 200 万 GB）的内存资源。

德国于利希超级计算中心研究团队通过内存扩展方案、自适应字节编码技术和实时网络流量优化器等关键技术突破了这一发展瓶颈。其中，研究团队利用 JUPITER 超级计算机的 NVIDIA GH200 超级芯片中 CPU 和 GPU 的紧密耦合架构，将超出 GPU 内存限制的数据临时存储于 CPU 内存中，并将性能损失降至最低，从而有效解决传统量子模拟中 GPU 内存不足的难题。

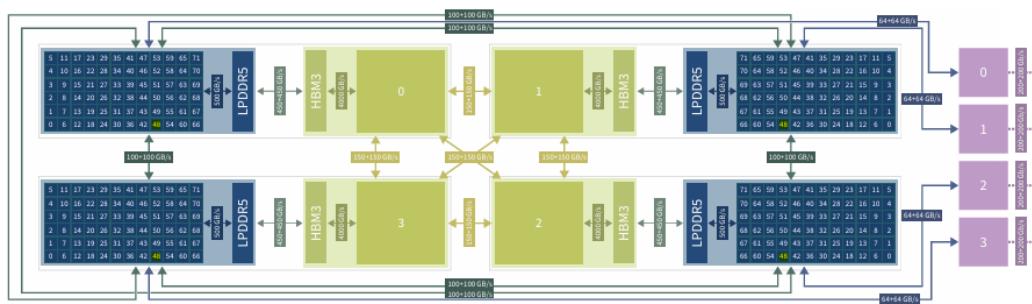


图 1 JUPITER GH200 芯片节点设计示意图

（执笔：沈湘）

中国科学院半导体所研制出可在高温稳定工作的 100 GHz 量子点光频梳激光器

随着人工智能与高性能计算的飞速发展，全球数据流量正经历爆炸式增长，这对数据中心内部的信息传输速度与能效提出了前所未有的挑战。传统光通信技术正面临带宽瓶颈与功耗墙的双重制约，亟需开发新一代高速、高效、高度集成的光互连技术，其中光学频率梳被认为是具有潜力的解决方案之一。然而，实现兼具超宽带宽、超高温稳定性和超长工作寿命的实用化光频梳光源，仍是业界面临的重大挑战¹。

中国科学院半导体研究所联合深圳技术大学、国家信息光电子

¹ <https://news.sciencecn.com/html/paper/2025/10/2025102815433576141598.shtml>

创新中心及湖南汇思光电科技有限公司研究团队，研发出半导体量子点材料共掺杂技术与碰撞脉冲锁模新方案，并成功研制出可在高达 140 °C 温度下稳定工作的 100 GHz 量子点光频梳激光器，为未来 Tbps 量级的光互连提供了关键的光源解决方案¹。

研究表明，该激光器在工作温度适应性、传输容量和可靠性等维度均展现出优越的综合性能指标，具体表现为：(1) 在室温 (25°C) 下，该激光器实现了 14.312 nm 的 3 dB 光学带宽，可支持 26 个独立信道的生成；每个信道均具备承载 128 Gb/s 的 PAM-4 调制信号的能力。(2) 在极端高温 (140°C) 环境下，该激光器仍能维持稳定的锁模状态；在工业级标准高温 (85°C) 下，其关键性能指标无明显衰减，可稳定支持 22 个信道同时工作，实现总传输容量达 2.816 Tb/s 的数据传输。(3) 在 25°C 和 85°C 下，该激光器传输每比特数据的能耗分别低至 0.394 pJ 和 0.532 pJ。(4) 通过开展 85°C 高温条件下的加速老化实验 (持续时间超过 1500 小时)，推算出该激光器的平均无故障时间长达 207 年，完全满足严苛的商业应用要求。

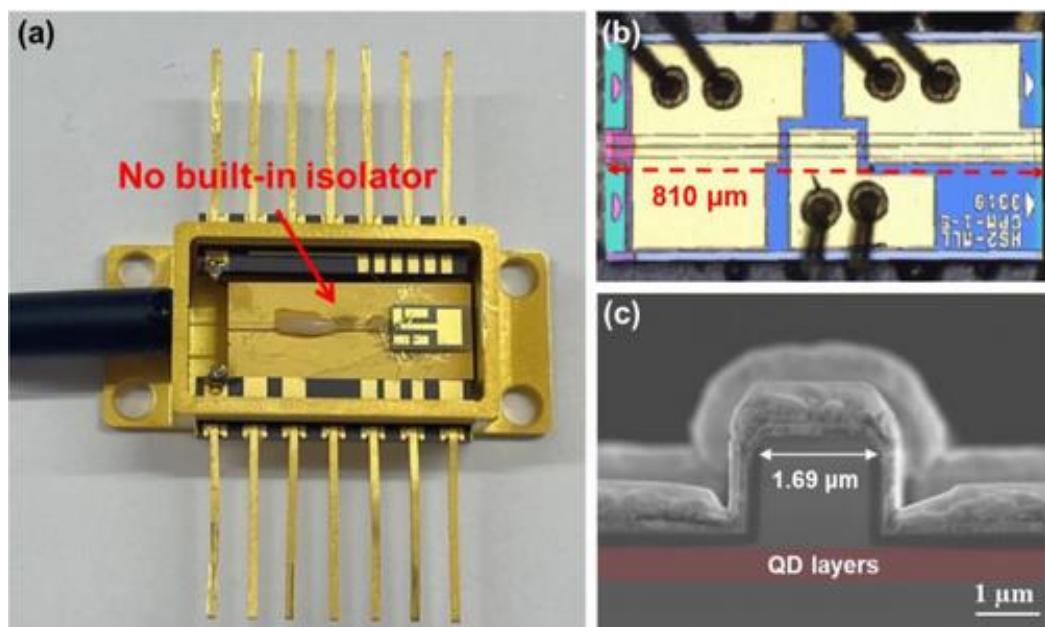


图 1 a) 100GHz 量子点光频梳激光器引线键合和蝶形封装后的照片。

¹ Shujie Pan, Victoria Cao, Yiheng Feng, et al. Highly Reliable, Ultra-Wideband 100 GHz Quantum-Dot Mode-Locked Frequency Combs for O-Band Terabit Optical Interconnects [J]. *Laser & Photonics Reviews*, 2025. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lpor.202501559>

b) 100 GHz 量子点光频梳激光器的俯视显微图像。c) 量子点光频梳激光器的横截面 SEM 图像。

该研究通过实验验证了在单一芯片上同时实现超高宽带、超高温稳定性、超长工作寿命及高集成度量子点光频梳的可行性，为下一代数据中心与人工智能算力集群的光互连系统提供了兼具高性能与成本效益的光源解决方案。

（执笔：沈湘）

产业动态

英特尔公布首款基于 Intel 18A 制程工艺打造的 Panther Lake 处理器

据官网 10 月 9 日报道，英特尔最先进的 18A 制程工艺已正式进入生产阶段，并计划于本季度内实现大规模量产¹。英特尔首款基于该工艺的产品——代号 Panther Lake 的处理器，预计在 2025 年年底出货，相关 AI PC 设备将于 2026 年初推出。英特尔 18A 工艺是美国迄今为止研发和制造的最先进的半导体制程技术，这一突破性进展标志着英特尔在高端半导体制造领域重新确立了核心竞争力。

Intel 18A 的成功得益于两项突破性技术的创新融合，共同解决了芯片在超小型化道路上的核心挑战：

(1) RibbonFET 晶体管：这是英特尔十多年来首款新型晶体管架构，采用 360 度栅极环绕通道，实现了更精确的电流控制，在提升开关速度的同时，显著降低了功耗和漏电。

(2) PowerVia 背面供电技术：该技术彻底改变了芯片内部的布局，将供电网络从晶圆正面迁移到背面，有效解决了因线路“拥堵”导致的性能瓶颈和电压波动问题，并为芯片内部节约了更多空间。

Panther Lake 引入了可扩展的、多芯粒架构，该架构集成了新一代 CPU、GPU 和 NPU，CPU 多核性能和 GPU 图形性能均提升 50% 以上，总 AI 算力达到 180 TOPS（万亿次运算每秒）。

此外，英特尔同步公布了下一代 E-core 处理器 Clearwater Forest，这款处理器将以 Intel Xeon 6+ 为品牌。Panther Lake、Clearwater Forest 以及其他基于英特尔 18A 工艺构建的多款产品，都在英特尔位于亚利桑那州钱德勒市的新建 Fab 52 工厂生产。

(执笔：沈湘)

¹ <https://newsroom.intel.com/client-computing/intel-unveils-panther-lake-architecture-first-ai-pc-platform-built-on-18a>

美国高通宣布推出两款 AI 芯片 AI200 和 AI250，重新定义机架级 AI 推理

据官网 10 月 28 日报道，美国高通公司宣布推出两款 AI 芯片（AI200 和 AI250）。两款产品均依托高通的 NPU（嵌入式神经网络处理器）技术，为高速数据中心生成式 AI 推理提供机架级（rack-scale）性能与高内存容量支持¹。

Qualcomm AI200 聚焦机架级 AI 推理需求，每张加速卡支持 768GB LPDDR 内存，可以为大语言模型（LLM）、多模态模型（LMM）推理及其他 AI 工作负载提供低总体拥有成本（TCO）与高内存容量性能支撑。

Qualcomm AI250 采用基于近存计算（Near-Memory Computing）的创新内存架构，支持解耦式 AI 推理，实现有效内存带宽超 10 倍的提升，并显著降低功耗，为 AI 推理工作负载带来能效与性能的跨越性提升，并具有成本优势。

两款 AI 芯片均支持直接液冷散热以提升散热效率，支持 PCIe 纵向扩展与以太网横向扩展，并具备机密计算密度，为 AI 工作负载提供安全保障，整机架功耗为 160 千瓦。

Qualcomm AI200 与 AI250 预计将分别于 2026 年和 2027 年实现商用。未来高通公司将遵循年度迭代节奏，持续推进数据中心 AI 产品技术路线图。

（执笔：沈湘）

以色列 HPC 芯片设计初创企业 NextSilicon 推出非冯·诺依曼架构芯片 Maverick-2

据官网当地时间 10 月 22 日报道，以色列 HPC 芯片设计初创企

¹ <https://www.qualcomm.com/news/releases/2025/10/qualcomm-unveils-ai200-and-ai250-redefining-rack-scale-data-cent>; <https://www.qualcomm.cn/news/releases/2025/10/releases-2025-10-28>

业 NextSilicon 宣布推出非冯·诺依曼架构芯片 Maverick-2，成功将数据流计算架构应用在高性能计算领域。基准测试表明，Maverick-2 在算法复杂的工作负载中，性能较当前领先 GPU 提升 10 倍，功耗可降低至 60%，且支持 CUDA、Fortran 等主流代码的无缝导入兼容¹。与主流 GPU 不同，Maverick-2 以数据流架构为核心，摆脱了传统冯·诺依曼架构的限制，强调以数据驱动计算，为高性能计算领域提供除传统 GPU 和 CPU 之外的全新架构选择。

Maverick-2 基于 NextSilicon 自研的 ICA 智能计算架构，采用软件定义数据流硬件设计，以数据可用性驱动计算，指令不再依赖程序计数器，显著减少分支预测、推测执行等机制带来的能耗与延迟。硬件层面，Maverick-2 采用台积电 5nm 先进制程和 2.5D 先进封装，提供单芯和双芯两种形态，单芯最大功率 400W、双芯最大功率 750W。在内存与带宽支撑方面，Maverick-2 搭载了 HBM3E 高带宽内存系统，单芯内存容量可达 96GB，双芯内存容量可达 192GB。

目前，Maverick-2 主要应用于全球数十个客户站点，包括美国桑迪亚国家实验室的 Anguard II 超级计算机，预计今年第四季度可实现大批量供货。

此外，NextSilicon 同步推出了其自研的企业级 RISC-V CPU 内核 Arbel，同样基于台积电 5nm 制程。NextSilicon 表示，Arbel 的性能可以与英特尔和 AMD 相关产品媲美²。

（执笔：沈湘）

美国 SecureFoundry 公司发布新型超光束阵列光刻系统

据官网报道，美国 SecureFoundry 公司发布新型超光束阵列（Hyper-Beam Array，HBA）光刻系统³。不同于单束和多束光刻方

¹ <https://www.nextsilicon.com/insights/nextsilicon-breakthrough>

² <https://www.icviews.cn/news/24167/7>

³ <https://www.securefoundry.com/hba/>

案，HBA 光刻系统使用 65000 条可独立控制的并行电子束，直接对晶圆进行图案化处理，实现性能的显著提升。

HBA 光刻系统支持晶圆级集成、先进扇出封装，以及单次运行内多设计变体测试。该系统目前特别适用于 22nm-65nm 工艺节点，可对 100mm-300mm 硅晶圆或化合物半导体衬底进行图案化处理，一片 100mm 晶圆仅需 15 分钟就可以完成图案化处理¹。与传统方法不同，HBA 光刻系统具备灵活的批量生产能力，且成本较低，是快速原型验证和小批量定制化生产的理想选择。

作为一种无掩模、多电子束直写光刻技术，SecureFoundry 将 HBA 光刻系统定位为主流 EUV 光刻的补充而非替代，专注于为科研机构、国防制造商以及其他需要快速迭代、高度定制化芯片的用户提供灵活的本土化解决方案。

（执笔：沈湘）

美国初创企业 Substrate 融资 1 亿美元开发基于粒子加速器的 X 射线光刻设备

据《英国电子周报》10 月 29 日报道，成立于 2022 年的美国初创企业 Substrate 已完成 1 亿美元融资，计划开发基于粒子加速器的 X 射线光源技术，以 X 射线作为光刻机核心光源，无需依赖传统光刻中复杂的多重曝光工艺，从而在光刻机市场挑战光刻机巨头 ASML²。

Substrate 公司的粒子加速器能够产生和驱动比太阳亮数十亿倍的 X 射线光束直接用于光刻工具，通过全新的光学和高速机械系统来生产先进半导体。Substrate 公司在美国国家实验室展示了其设备，波长比 ASML 的 HighNA EUV 光刻机的光源更短，，因此能大幅提

¹ <https://www.semiconductor-digest.com/securefoundry-redefines-chipmaking-with-hyper-beam-array-hba-lithography-system/#respond>

² <https://www.newelectronics.co.uk/content/blogs/substrate-raises-100m-and-looks-to-challenge-asml-market-leadership>

升分辨率。

该初创公司创始人兼 CEO 表示，到 2030 年度，该技术有望将先进制程晶圆的制造成本从现在的约 10 万美元降至 1 万美元。

此外，Substrate 公司计划建立配备其自研光刻机的晶圆厂，力争在 2028 年前启动芯片生产。这意味着 Substrate 将同时挑战光刻机巨头 ASML 和晶圆代工龙头台积电。Substrate 的终极目标是在美国建立垂直整合的芯片制造体系，助力美国重回半导体生产主导地位。

然而，这家初创公司的技术愿景引发了业界质疑。有行业专家表示，在纳米尺度的图形上印刻只是芯片制造的难题之一，先进半导体制造还须解决在更大面积晶圆上的精度一致性、保证设备高速运行等难题。

（执笔：沈湘）

美国初创公司 Tachyum 发布 2nm Prodigy 通用处理器，宣称性能超越 NVIDIA 相关产品

据官网 11 月 12 日报道，美国初创公司 Tachyum 公布了基于 Prodigy 平台的最新 2nm Prodigy 通用处理器¹，宣称其在性能上将超越 NVIDIA 计划于 2027 年推出的 Rubin Ultra 处理器，这一消息引发了业界的广泛关注。

通过多芯片封装技术，该处理器提供了 Ultimate 和 Premium 两种配置版本，其中顶级型号 Prodigy Ultimate 可集成高达 1024 个内核，提供多达 24 个 DDR5 通道，最高速度可达 17.6GT/s，同时提供 128 条 PCIe 7.0 通道。Tachyum 宣称较于其前代产品，2 nm Prodigy 的整数性能提升 5 倍，AI 性能提升 16 倍，DRAM 带宽提升 8 倍，I/O 带宽提升 4 倍，能效提高 2 倍。Tachyum 声称，2 nm Prodigy 将是首款推理性能突破 1000 PFLOPs 的芯片，而 NVIDIA Rubin 的推理

¹ <https://www.tachyum.com/zh-hans/media/press-releases/2025/11/12/tachyum-unveils-2nm-prodigy-with-21x-higher-ai-rack-performance-than-the-nvidia-rubin-ultra/>

性能为 50 PFLOPs；在 AI 机架性能上，Prodigy Ultimate 比 NVIDIA Rubin Ultra NVL576 提升 21.3 倍，比 Vera Rubin NVL144 提升 25.8 倍。

Tachyum 成立于 2016 年，于 2018 年提出 Prodigy 处理器概念，目标是打造一款能同时高效处理 AI、高性能计算 HPC 和通用计算的“通用处理器”。然而，其产品上市时间已多次推迟，至今尚未有实物芯片上市。

行业专家认为，其公布的性能指标为基于架构设计的理论计算得到，面临较大的工程实现与市场适配挑战。未来的关键在于成功流片、产出实体芯片，并提供独立的性能验证报告。如果 Tachyum 能如期推进，该技术有望为高端 AI 推理和超大规模 HPC 集群提供一个极具竞争力的新选择。

（执笔：沈湘 王丽）

《集微技术信息简报》是由中国科学院文献情报中心情报研究部承担编辑的半导体、集成电路、微电子相关领域科技信息综合报道及专题分析简报（双月报），于2014年3月正式启动，2014年为季度发行的《光刻技术信息简报》，2015年更名《集微技术信息简报》双月发行，2017-2018年根据服务内容聚焦点更名《第三代半导体技术信息简报》。2019年起卷名恢复《集微技术信息简报》。按照“统筹规划、系统布局、分工负责、整体集成、长期积累、深度分析、协同服务、支撑科研”的发展思路，规划和部署《集微技术信息简报》。《集微技术信息简报》服务对象是集成电路、微电子领域的相关领导、科技战略研究专家和科研一线工作者。《集微技术信息简报》内容力图兼顾科技决策和管理者、科技战略专家和领域科学家的信息需求，报道集成电路、微电子领域的国际科技战略与规划、科技计划与预算、科技进展与动态、科技前沿与热点、重大科技研发与应用、重要科技政策与管理等方面的最新进展与发展动态，不定期提供半导体、集成电路、微电子领域热点方向的专题分析。

《集微技术信息简报》是内部资料，不公开出版发行；除了其所报道的专题分析报告代表相应作者的观点外，其所刊载报道的中文翻译信息、汇编信息等并不代表编译者及其所在单位的观点。

中国科学院文献情报中心
情报研究部 战略前沿科技团队
联系人：王丽
电话：010-82626611-6649
电子邮件：wangli@mail.las.ac.cn

