

集微技术信息简报

2025 年第 **4** 期 (总第 67 期)

中国科学院文献情报中心

2025 年 7 月制

本期目录

政策计划

美国白宫发布《美国人工智能行动计划》1

美国宣布正式启动极紫外光刻研发中心2

英国发布《现代产业战略 2025》3

中国台湾地区将华为、中芯国际列入出口管制实体名单5

孟加拉国制定国家半导体发展路线图6

产业洞察

美国新美国安全中心发布《原子优势：加速美国量子传感技术发展，
打造下一代定位导航授时能力》报告8

美国哈佛大学发布《关键和新兴技术指数 2025》报告11

美国 SIA 发布《2025 年美国半导体行业现状》报告17

英国光电子领导小组发布《英国光电子学 2025：隐藏的经济引擎》
报告.....23

前沿研究

美国宾夕法尼亚州立大学开发全球首台基于二维材料的 CMOS 计算
机.....25

澳大利亚悉尼大学与新南威尔士大学等研发全球首个低温下精准控
制量子比特的芯片26

美国加州大学伯克利分校等在 CMOS 芯片上实现可扩展量子光源反
馈稳定技术.....28

美国东北大学等开发出可按需改变物质电子状态的“热淬火”方法 ..29

日本东京科学研究所开发新型 2.5D/3D 芯片封装方法 BBCube.....31

产业动态

英伟达、AMD 宣布恢复对华芯片出口33

美国 Marvell 公司宣布推出业界首款 2nm 定制 SRAM34

日本富士胶片公司成功研发无 PFAS 新型光刻胶.....	34
日本 Rapidus 公司启动 2nm GAA 晶体管试制.....	35
日本理化学研究所部署首台海外 IBM Quantum System Two 系统，与 “富岳”超算协同运行	36

政策计划

美国白宫发布《美国人工智能行动计划》

据官网7月23日报道，美白宫发布《美国人工智能行动计划》，围绕加速人工智能创新、建设人工智能基础设施以及引领国际人工智能外交与安全的三大支柱，提出了一系列政策建议¹。

为加速 AI 创新，美国需要：（1）消除繁文缛节和苛刻监管；（2）确保前沿 AI 保护言论自由和美国价值观；（3）鼓励开源和开放权重 AI 模型；（4）推动 AI 的应用；（5）在 AI 时代赋能美国工人；（6）支持下一代制造业；（7）投资 AI 驱动的科学研究的；（8）构建世界级科学数据集；（9）推进 AI 科学发展；（10）投资 AI 可解释性、控制性和稳健性突破；（11）构建 AI 评估生态系统；（12）加速政府部门的 AI 应用；（13）推动国防部 AI 应用；（14）保护商业和政府 AI 创新；（15）打击法律系统中的合成媒体。

为建设美国 AI 基础设施，美国需要：（1）简化数据中心、半导体制造设施和能源基础设施的审批流程，同时保障安全；（2）发展与 AI 创新速度相匹配的电网；（3）恢复美国半导体制造业；（4）为军事和情报界建设高安全性数据中心；（5）培养 AI 基础设施所需的熟练劳动力；（6）加强关键基础设施网络安全；（7）推广安全设计的 AI 技术和应用；（8）提升联邦政府成熟应对 AI 事件的能力。

为在国际 AI 外交和安全中发挥领导作用，美国需要：（1）向盟友和合作伙伴出口美国 AI；（2）对抗中国在国际治理机构

¹ <https://whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/07/Americas-AI-Action-Plan.pdf>

中的影响；（3）加强 AI 计算出口管制执法；（4）堵塞现有半导体制造出口管制中的漏洞；（6）在全球范围内协调保护措施；（5）确保美国政府在评估前沿模型中的国家安全风险方面处于领先地位；（7）投资生物安全。

（执笔：沈湘 王丽）

美国宣布正式启动极紫外光刻研发中心

据官网 7 月 14 日报道，作为美国商务部指定的、专门负责运营国家半导体技术中心（NSTC）的非营利实体，Natcast 宣布新的极紫外（EUV）光刻研发中心在纽约州隆重启动¹。

在美国《芯片与科学法案》的资助下，“EUV 加速器（EUV Accelerator）”研发中心已于去年公布，在 2025 年 7 月 1 日投入使用，它位于纽约州奥尔巴尼的奥尔巴尼纳米技术中心（Albany NanoTech Complex）。该研发中心是美国 NSTC 宣布的三个旗舰研发设施之一，将专注于推进 EUV 光刻技术，这项技术对于制造 5 nm 及更先进制程芯片至关重要。Natcast 目前正在接受 EUV 加速器的项目提案。

EUV 加速器研发中心将使来自 Natcast、NSTC 成员组织和 NY CREATES²的研究人员能够开展当前和未来的 EUV 技术研究。EUV 加速器的主要运营宗旨包括：

（1）获得 EUV 光刻工具和下一代研发能力，包括高数值孔径（NA）EUV 系统，目前提供标准 NA EUV 工具，预计高 NA EUV 工具将于 2026 年到位。

（2）为产业、学术和政府合作伙伴提供协作空间和资源，以推动技术创新。

（3）提供专门的现场办公室和专职的工作人员，以支持 Natcast 和 NSTC 成员组织的研究人员。

¹ <https://natcast.org/grand-opening-nstc-euv-accelerator>

² <https://ny-creates.org/>

(4) 支持提供、培养和发展优秀人才的项目。

(5) 在 EUV 加速器和所有 NSTC 设施内营造开放、协作的研发环境，促进 NSTC 成员组织的广泛参与。

(执笔：沈湘 王丽)

英国发布《现代产业战略 2025》

据官网 6 月 23 日报道，英国发布《现代产业战略 2025》¹。该战略聚焦 8 个产业的未来 10 年发展规划，旨在推动投资、创造高技能岗位，提升英国在全球经济环境中的竞争力。具体涉及的 8 大产业包括：先进制造、创意产业、清洁能源、数字科技、专业和商业服务、生命科学、金融服务与国防²。目前，目前英国已陆续发布了 7 个产业发展计划。

其中，在数字科技领域，英国将优先发展先进网络连接技术、人工智能、网络安全、工程生物学、量子技术和半导体等前沿技术，计划到 2035 年使英国成为全球创建、投资和发展高科技企业的三大首选地之一，并打造英国首家市值达一万亿美国的科技企业。

一、数字科技领域的总体策略

(1) 改革营商环境，使数字与技术行业能够：

- 投资于研发，这将是增长的基础，并通过创纪录的公共投资水平以及更便捷的研发设施和基础设施获取渠道加以支持。
- 企业的创办和扩展，在成长的各个阶段都能获得更深厚的公共、机构和风险资本池的支持。
- 壮大人才培养渠道并吸引最优秀的人才，以满足数字和 STEM 技能的需求。
- 受益于监管和标准的改革优化，包括通过新设立的“监管

¹ <https://www.gov.uk/government/collections/the-uks-modern-industrial-strategy-2025>

² <https://www.gov.uk/government/publications/industrial-strategy-sector-plans/sector-plans>

创新办公室”，推动英国成为全球技术和创新商业化的最佳地点。

- 获得国际合作带来的益处，与推动知识前沿的科学家、创新者和企业家开展合作。

(2) 优先发展最具增长潜力的前沿技术，包括：

- **先进连接技术：**依托具备全球竞争力的研究基础和创新型企业，到 2035 年在部分重点领域实现全球领先；开发和部署如 5G、未来 6G 以及先进光学和卫星通信等技术，从而带来经济机遇与连接效益。

- **人工智能：**英国拥有卓越的科研和工程人才、充满活力的初创和成长型企业生态、前沿公司，以及全球领先的安全及治理机制，为抓住 AI 发展机遇奠定了坚实基础。

- **网络安全：**全国范围内的网络安全集群、国家网络安全中心等关键机构，以及欣欣向荣的初创生态，为英国带来了重大的经济优势；在全球各国政府与企业竞相研发应对网络威胁方案的背景下，促进了行业发展。

- **工程生物学：**通过长期战略投资，英国在多个研究领域具备优势，巩固了美国和中国之外最强大的工程生物学生态系统。

- **量子技术：**借助长期的国家量子技术计划、全国各地的专业集群和蓬勃发展的光子学行业，使英国处于国际领先地位。

- **半导体：**英国在芯片设计、化合物半导体、材料科学、设备制造及研发方面的专长，使英国走在创新前沿，并有能力率先开拓下一代芯片技术。

(3) 释放数字与技术集群的潜力，这些集群分布在英国各大城市，包括格拉斯哥、爱丁堡、卡迪夫、伯明翰、布里斯托、牛津和伦敦等。**与行业携手落实本计划，**包括与量子战略咨询委员会、人工智能能源理事会和网络安全增长伙伴关系等机构开展合作。

二、数字科技领域的干预措施

(1) 支持创新，包括到 2029/30 年将研发资金增加至 226 亿英镑。

(2) 通过更广泛的技能改革建设人才队伍，同时吸引海外顶尖人才，包括通过全球人才基金，力争在 2025/26 年度引进约 10 位世界级国际研究人员及其团队来英国；并通过新的图灵人工智能全球奖学金，吸引 5 位世界领先的人工智能专家来英。

(3) 新设立“监管创新办公室”，营造更有利的监管环境。

(4) 加强国际合作伙伴关系，包括未来与美国建立更加紧密的英美技术伙伴关系。

(5) 投资于前沿技术的研发和规模化基础设施。

(6) 抓住人工智能发展机遇，包括：

- 拓展政府的人工智能研究资源（AIRR），到 2030 年，至少扩展 20 倍，通过大幅提升算力和对初创企业的支持，加速人工智能创新。

- 在政府内部设立新的主权人工智能部门，最多投入 5 亿英镑，以最大化英国在前沿人工智能领域的话语权。该部门将与英国商业银行合作进行投资，并通过更广泛的数据、算力和人才支持措施，与私营部门共同提升英国人工智能能力。

- 投资人工智能赋能的科学创新，加速人工智能驱动的科学突破。

（执笔：沈湘 王丽）

中国台湾地区将华为、中芯国际列入出口管制实体名单

据官网 6 月 15 日报道¹，中国台湾地区经济部国际贸易署更新“战略性高科技货品出口实体管理名单”。此次更新依据《贸易法》

¹ <https://www.trade.gov.tw/Pages/detail.aspx?nodeID=40&pid=802558&did=160866>

第 13 条授权，主要参考联合国安理会及“友盟”制裁名单，新增 601 个涉及“武器扩散”和国家安全活动的实体，涵盖俄罗斯、巴基斯坦、伊朗、缅甸及中国大陆等涉“武扩”活动主体。其中，华为技术有限公司、中芯国际及其关联企业也被明确纳入管制范围，涉及华为在日本、俄罗斯、德国等地的海外分支机构。

中国台湾地区经济部强调，企业若需向名单内实体出口战略性高科技货品，必须事先取得国际贸易署签发的战略性高科技货品输出许可证。

(执笔：沈湘)

孟加拉国制定国家半导体发展路线图

据孟加拉国通讯社（BSS）7 月 2 日报道¹，孟加拉国投资发展局（BIDA）兼孟加拉国经济区管理局（BEZA）执行主席正式向孟加拉国国家半导体特别工作组主席顾问提交了半导体发展最终建议。

2025 年 1 月 1 日，孟加拉国成立国家半导体特别工作组，由政府、私营部门、学术界和海外孟加拉侨民群体的杰出代表组成。目前，该工作组评估了孟加拉国在半导体价值链的不同阶段（设计、制造、测试和封装）的竞争能力，并建议在中短期内优先考虑发展芯片设计、测试和封装领域。

特别工作组针对技能发展、商业环境和政策支持以及全球伙伴关系三个关键支柱提出了一系列有针对性的建议，并制定了短期、中期和长期的分阶段发展路线图：

短期（2025-2026 年）建议包括：（1）建立一个虚拟知识门户，提供基于全球公认、且有行业支持的课程体系分级认证项目。（2）到 2027 年，在至少 5 所公立或私立机构设立符合行业标准的培训实验室。（3）建立共享、开放访问和供应商中立的洁净室，用于放置

¹ <https://www.bssnews.net/news/288423>

早期芯片封装和测试设备。（4）推行基于轮岗制的工程师现场培训项目，以提升工程师实操技能。（5）通过选定的大学和培训机构推广学历认证和技能培训项目。（6）在明确的政策框架下，实施有针对性、有时间限制的进口便利化措施和税收干预政策。（7）在信息通信技术部或孟加拉国银行旗下设立一个专门的“半导体基金”，根据明确标准为新项目提供风险资金投资支持或定期融资。

长期建议强调了利用海外孟加拉侨民群体进行投资和培训的重要性，并建议构建战略性政府间合作伙伴关系，以促进知识转让和技术合作。

下一步，孟加拉国国家半导体工作组首席顾问办公室将成立由相关团队成员组成的专门工作组，以推动工作组建议的实施。

（执笔：沈湘 王丽）

产业洞察

美国新美国安全中心发布《原子优势：加速美国量子传感技术发展，打造下一代定位导航授时能力》报告

2025 年 5 月 28 日，美智库新美国安全中心发布《原子优势：加速美国量子传感技术发展，打造下一代定位导航授时能力》报告（以下简称“报告”）¹，探讨了美国如何加速量子传感的研发和部署，实现在下一代 PNT（定位、导航、授时）中的应用。“报告”全面评估了美国量子传感生态系统并与中国进行对比，并提出相关政策建议。

一、美国量子传感生态系统评估及与中国的比较

美国在政府资金、基础研究和工业基础等方面形成良性互动，推动量子 PNT 技术取得重要进展。然而，美国政府内部协调不足、私营投资有限，以及供应链和制造能力存在脆弱性，这阻碍了美国量子传感技术的发展和应用。与之对比，中国发挥举国体制优势，正迅速提升其在量子传感领域的全球竞争力，可能超越美国。

国家战略方面，美国将量子科技列为国家战略重点，并出台了专门的量子传感国家战略文件。中国国家战略文件强调量子精密测量与导航及量子雷达，但美国国防部认为量子雷达技术并不实用。同时，美国认为虽然中国在量子传感方面公开的信息较少，但由于其军事敏感性，中国军方正积极推进量子导航、雷达与成像系统，提升其 PNT 及侦察能力，发展可在无 GNSS 条件下运行的导航系统，并强化反卫星与电子战能力。

¹ https://www.cnas.org/publications/reports/atomic-advantage?utm_medium=email&utm_campaign=Quantum%20Release%20May%2028%202025&utm_content=Quantum%20Release%20May%2028%202025+CID_3c278c38e806c245adf4ad9a469e011b&utm_source=Campaign%20Monitor&utm_term=here

政府研发投资方面，自 2018 年《国家量子计划法案》实施以来，美国每年在量子研发上的投入达 10 亿美元，其中约四分之一用于量子传感，投入与量子计算相当。然而，2023 年相关授权到期，国会尚未续批，可能导致量子研发资金中断。与此同时，近期的国防拨款法案仍偏向支持量子计算。相比之下，虽然中国的政府研发投资数据难以估算，但美国分析认为中国在量子领域的政府投资稳定且力度大。

私营部门投资方面，自 2000 年以来，美国量子技术公司吸引了 64 亿美元的风险投资（全球占比 57%），远超中国。但美国量子传感领域的企业仅获 5.7 亿美元，远低于量子计算。

政府资助项目方面，美国多个联邦政府机构对量子传感进行了项目支持，涵盖基础研究、原型设计与演示、小规模生产、供应链支持等方面。虽然，中国在量子传感方面的项目信息有限，但美国认为与中国有密切联系的研究机构正在积极参与量子 PNT 项目，中国在这一领域很活跃。

研究出版物和参与者方面，中国量子传感领域的论文发表总量居全球首位，但美国论文研究影响力更强。近年来，美国在论文数量和影响力方面出现停滞，而中国在这两个指标方面均持续增长。量子传感研究的国际合作活跃，美国的国际合作率超过中国两倍。

工业基础方面，美国拥有约 20 家公司从事量子传感器的研发，涵盖初创企业、成熟的中小型企业以及大型国防任务承包商。美国有多家供应商提供量子传感器必需的专用激光器、频率梳和蒸汽室，但供应商的多样性和系统集成能力有限，制约了传感器在体积、重量和功耗方面的优化。此外，美国目前缺乏先进光子集成制造厂，阻碍了量子传感器从实验室原型向商业化规模生产的转化。尽管中国量子传感私企较少，先进研发和原型设计主要由国企主导，但其强大的制造能力和庞大的光子产业基础，或将加速量子传感技术的

规模化应用。

二、相关政策建议

为加速下一代 PNT 用量子传感器的开发与部署，“报告”提出了四方面政策建议。一是优先为作战人员配备具有韧性的下一代 PNT 能力。建议：在五角大楼设立联合量子办公室，统筹各军种资源与规划，统一协调量子路线图、预算、国际合作及技术转化路径；强化 PNT 监督委员会职责，推动替代 PNT 系统路线图制定，明确优先级与时间表，并整合磁场与重力地图等基础数据；扩大量子传感器过渡项目的资金投入，不仅支持原型部署，还应投资激光器、蒸气室等通用核心部件，推动模块化和通用化发展。二是加强美国量子器件与组件的供应链和先进制造基础。建议：投入 3000 万美元大力支持国防部研发与工程副部长办公室（OUSD(R&E)）的“量子工业基础加速计划”；设立跨部门机制，监控与解决供应链与制造缺口；扩大美国制造创新研究所 AIM Photonics、桑迪亚国家实验室等政府代工资源的使用效率，通过多元化供应和降低交付周期加速美国量子传感器技术从实验室走向实战应用。三是将量子 PNT 技术推广至关键基础设施及民用市场。建议：更新国家量子传感战略，成立跨部门量子 PNT 工作组；制定量子 PNT 技术性能基准和标准，包括性能指标基准、统一的评估框架、国家级测试平台等；共享性能指标和要求，促进技术开发者与终端用户的互动，通过试点项目、税收激励、小企业资助等方式加快技术应用落地。四是培育可持续量子创新生态。建议：重新授权《国家量子计划法案》，并推动更新量子传感战略；大幅增加对量子传感和量子工程研发的投入，设立专门的量子工程研究中心；培养量子工程人才，构建全国量子教育体系，推动 STEM（科学、技术、工程和数学）专业开设量子工程课程，发展技术工人培训体系，并通过产学研协同确保课程贴合产业

需求。

（执笔：于杰平 王丽）

美国哈佛大学发布《关键和新兴技术指数 2025》报告

据官网 6 月 5 日报道，哈佛大学肯尼迪学院贝尔弗科学与国际事务中心发布《关键和新兴技术指数 2025》报告¹。该报告通过构建一个全新的技术指数，评估了 25 个国家在人工智能、生物技术、半导体、太空和量子技术五个关键领域的实力，为政策制定者、战略家和研究人员提供了一个量化的基准。

一、关键和新兴技术领域整体关键判断

（1）美国在指数涵盖的所有领域均领先于中国和欧洲，根本原因在于其数十年来形成的独特创新生态系统。美国的领先优势主要依靠雄厚的经济资源和人力资本，这体现在巨额的公共和私人投资规模及多元化的科研团队。美国去中心化的创新生态系统——资源、创意和决策权分布在政府、大学、初创企业和大型企业之间——使各方能够高效整合专长、加速创新扩展。

（2）尽管中国整体上仍落后于美国，但其在多个领域保持竞争力，并正逐步缩小差距。由于对进口设备的依赖、早期私营科研薄弱以及资本市场深度有限，中国在半导体和先进 AI 领域仍然落后，但在生物技术和量子领域与美国差距显著缩小，尤其在制药生产、量子传感和量子通信等方面具有突出优势。在经济资源、人力资本和国家计划的支持下，中国正在利用规模效应减少进口依赖，吸引境内创新，提升产业竞争力。

（3）欧洲在关键和新兴技术相较于中美双极格局依然具备竞

¹ https://www.belfercenter.org/sites/default/files/2025-06/DETS_Critical%20and%20Emerging%20Technologies%20Index%20Report_June%202025.pdf;
<https://en.kkrva.se/om-critical-and-emerging-technologies-index-2025/>

争力。在人工智能、生物技术和量子技术领域，欧洲位列第三。但在空间技术领域被中俄超越，在半导体领域被中国大陆地区、日本、中国台湾地区和韩国超越。实际上，半导体短板显著拉低了欧洲的整体排名。欧洲能否充分释放其技术潜力，最终取决于地区内治理与资本的深度整合。

（4）与欧洲、日本和韩国的合作伙伴关系，使美国在关键和新兴技术领域的实力显著增强，特别是在量子、半导体和生物技术方面。美国虽然在各领域均具有强大的影响力，但并未实现全面主导。例如，没有任何国家能够完全掌控先进半导体的全流程供应链。这些短板构成了关键“卡脖子”环节，限制了单一国家自主主导全球技术格局的能力。为了确保西方在未来继续保持竞争力与韧性，美国必须进一步深化与盟友和合作伙伴的协同。

（5）美国在 AI 领域拥有显著优势，但中国和欧洲也取得了重大进展，并具备独特优势，未来十年有望对美国的 AI 领先地位构成挑战。美国目前在经济资源、算力和算法方面处于主导地位。然而，2025 年中国 DeepSeek 公司推出的 R1 模型及阿里巴巴的 Qwen3 系列模型显示，美国在 AI 领域的领先优势可能比此前预期更为脆弱。中国在数据和人才方面居于领先地位；如果能够克服美国出口管制带来的障碍，这些优势将助力其缩小与美国在 AI 领域的差距。欧洲在 AI 领域的优势同样源于其强大的人才和数据基础，如果其监管环境得以优化，AI 能力有望加速发展。

（6）在本指数涵盖的各项技术中，中国在生物技术领域最有可能率先赶超美国；中美之间的微小差距表明未来进展可能会迅速改变全球力量格局。中美在生物技术领域整体表现接近，中国的优势主要体现在人才储备上。美国在安全、基因工程、疫苗研究和农业技术方面表现突出，这得益于私营部门创新和公私合作。中国凭借大规模公共投资和国家主导的制造体系，在药品生产领域占据主

导地位。

(7) 美国、日本、中国台湾地区和韩国在半导体领域的主导地位，主要体现在供应链的关键环节：先进制造和工艺、芯片设计和工具、以及半导体设备。这些支柱环节由于高昂成本和技术壁垒，成为本指数所有技术领域中国家间差异最大的领域。虽然许多国家正在加大投资以缩小差距，但仅靠资本难以建立端到端的半导体生产能力。要摆脱对现有领导者的依赖，各国需要同步突破设备制造和芯片设计两大关键。

(8) 美国在空间技术领域的领先主要由私营部门推动，但其在轨道空间中面临中国和俄罗斯军事能力的潜在威胁，增加了战略风险。美国的优势源于高效的公私合作伙伴关系，这使其大幅提升了发射频率和有效载荷能力，同时降低了单次任务成本。然而，美国对天基系统的高度依赖使其在空间技术领域存在非对称脆弱性，这不仅关系到军事行动，也涉及美国经济关键行业的支持。与此同时，中国和俄罗斯也在部署强大的反卫星能力，削弱了美国在空间技术领域的优势，并加大了其战略风险暴露。

(9) 量子技术仍处于早期研究阶段，目前各国主要聚焦于基础理论突破而非实际部署。投资力度相对不足，导致全球量子生态系统呈现碎片化、区域化发展特征。在美国和欧洲，大学主导基础研究，初创企业开发专用工具和系统，大型企业则负责量子技术的工程化和基础设施建设。中国则采取更为不透明的国家主导模式，科研、开发与产业之间的界限较为模糊。。

二、半导体领域关键判断

报告基于九大因素对各国/地区在半导体领域的综合实力进行了定量分析。其中，芯片设计与工具、经济资源、人力资本和制造技术的权重最高。因为这些因素代表了关键瓶颈：先进的设计软件促成了尖端架构，巨额资本投资为必要的设施和关键基础设施提供资

金，专业人才推动创新，先进的制造技术决定了生产质量和良率。设备、封装与测试、专用材料和晶圆、全球参与者和监管的权重较低，以反映它们对一个国家半导体产能的支撑作用。

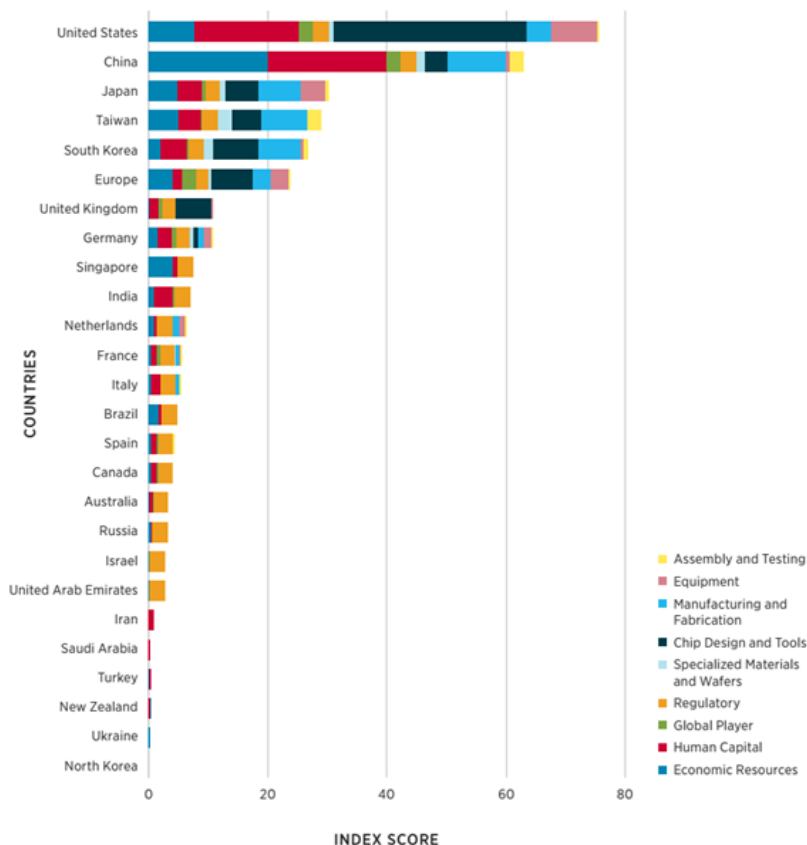


图 1 各国/地区在半导体领域的技术指数分析

1. 没有哪个国家能够完整、端到端地控制先进半导体的供应链。

美国在芯片设计、工具和设备方面表现出色，但在制造和加工方面却落后。中国在经济资源、封装测试以及制造和加工方面处于领先地位，在材料和化学品投入的开采和精炼方面具有显著优势。然而，中国大陆地区在设备、专用材料和晶圆方面仍然相对较弱。中国台湾地区在专用材料和晶圆以及制造和加工方面占据主导地位，但依赖外国设备。日本和韩国在人力资本、芯片设计、工具以及制造和加工方面都很强，但两国的领先企业仍然严重依赖中国市场。

2. 美国、日本、中国台湾地区和韩国在半导体领域的主导地位持续存在于供应链的关键节点：先进的制造和加工、芯片设计和工

具以及设备。由于成本高昂和技术壁垒，这些因素在本指数包含的所有影响因素中的差异最大。虽然许多国家正在大力投资以缩小这些差距，但仅靠资本不足以建立端到端的半导体生产能力；如果各国希望摆脱对当前领先者的依赖，他们将需要同时确保设备安全并推进芯片设计。

3. 尽管中国大陆地区的芯片制造产能领先于其他国家，但要超越全球领先的中国台湾地区和韩国的先进芯片制造技术，还面临着极大的挑战。从历史上看，只有在其他已经在低端芯片制造领域站稳脚跟的国家取得创新突破时，在先进芯片制造领域领先的国家才会被取代。虽然中国大陆地区拥有比中国台湾地区和韩国更低端的芯片制造经验和更低的运营成本，但它正试图在该行业的多个领域取得突破，同时还受到美国芯片设计或设备的出口限制——这是一个前所未有的障碍。然而，评估中国的进步并非易事，因为美国的出口管制促使中国企业以低调的态度对待其技术进步。

4. 半导体实力领先的国家投入最多，以保持其企业的领先地位。继中国和美国之后，承诺为国内半导体投资提供最多公共资金的国家目前主导着半导体价值链：日本、韩国和欧洲（以德国为首），中国台湾地区排名相对较低，但在所有 25 个国家中仍然名列前茅。政府支持一直在半导体强国建设中发挥着重要作用——领先国家也承认这一点。

5. 美国的半导体优势是在全球化经济中建立起来的，但出口管制对这一模式提出了挑战。美国半导体制造设备生产商尤其受到对华出口管制的影响。然而对华企业的出口禁令也影响到了美国芯片设计公司——美国在半导体行业中占据主导地位的领域——美国人工智能芯片销售的繁荣已经弥补了领先设计公司的损失。设备制造商需要等待更长时间才能弥补损失，因为其客户——芯片制造商——的购买频率低于芯片制造商的客户。美国设备制造商对中国销售

的依赖加剧了他们反对出口管制的情绪，也加强了美国设立“科技基金”的理由，该基金将分担初始风险并支持摆脱中国的多样化发展。

6. 印度正努力利用其市场规模和劳动力，将自己打造成半导体制造中心，但在关键基础设施方面仍然落后于领先国家。尽管在半导体领域排名落后于老牌强国，但莫迪政府自 2022 年 4 月宣布“将印度打造为全球半导体价值链的关键合作伙伴之一”的目标以来，已在该行业投入了资金和精力。鉴于中国劳动力成本上升以及与西方的地缘政治紧张关系，印度对那些希望将生产从中国转移出去的企业也越来越有吸引力。尽管印度仅拥有全球 7% 的芯片设计设施，但却拥有全球近 20% 的设计工程师（其中许多人就职于美国或欧洲公司）。印度政府对低端芯片制造和组装、测试和封装业务进行了补贴，希望印度能够在半导体供应链的新环节提升其专业知识，但封装领域的领军企业中国大陆、中国台湾和马来西亚在公共基础设施方面仍保持着关键的领先地位。

7. 德国是美国和东亚以外最大的半导体强国，由于其在其他制造业密集型行业的领先地位，德国在欧盟的芯片制造业中保持着领先地位。德国已经生产了许多欧盟所需的芯片，其汽车工业严重依赖传统芯片。德国政府最近向外国半导体公司提供了更多补贴，以鼓励它们在德国本土生产先进芯片，这是欧盟努力减少对东亚生产商依赖的一部分举措。与德国的汽车和先进设备客户一起生产芯片的前景很诱人，但最近美国和德国拟建制造工厂的推迟，让人怀疑制造商在德国设厂的意愿是否强烈。2025 年 2 月大选之后，德国新联邦政府面临着有关半导体补贴的关键决策，未来资金的不确定性很大。

8. 新加坡和德国一样，正在利用其比较优势和地理优势，在全球半导体市场保持强势地位，并扩展到新领域。由于方法论的限制，

新加坡在制造和封装方面的表现并未反映在该指数中。然而，就其规模而言，新加坡在芯片制造和半导体制造设备方面占据着相当大的全球市场份额。凭借其高技能劳动力、现有的芯片制造能力以及向东亚生产商分销的便利地理位置，新加坡政府在过去几年中推出了培训计划以及税收优惠和退税政策，以进军芯片设计和先进封装这两个供应链环节。

（执笔：王丽 沈湘）

美国 SIA 发布《2025 年美国半导体行业现状》报告

2025 年 7 月 10 日，美国半导体行业协会（SIA）发布年度报告，从半导体生态系统、半导体供应链和全球半导体市场份额三个方面分析了美国半导体行业当前的发展现状以及面临的挑战和机遇，最后提出了政策建议¹。报告特别指出，半导体不仅仅是消费设备的基本组件，更是塑造美国未来技术的基本组成部分。从人工智能和量子计算到先进的通信网络和国防系统，芯片是 21 世纪全球竞争技术领导地位的核心，对于扩大美国的全球技术领导地位至关重要。

一、美国的半导体生态系统

1.1 制造

美国占全球芯片制造产能份额连续数十年下降，为了振兴美国芯片生态系统，美国半导体行业通过大规模国内投资引导美国再工业化进程。截至 2025 年 7 月，全球半导体企业已宣布的投资超过 5000 亿美元，预计到 2032 年美国芯片制造产能将增加两倍。2025 年 7 月，美国颁布了一项立法，强化了税收激励措施——先进制造业投资抵免（AMIC），将 AMIC 的税率从 25% 提高到 35%。这将有助于促进公司投资，进一步加速美国的再工业化进程。

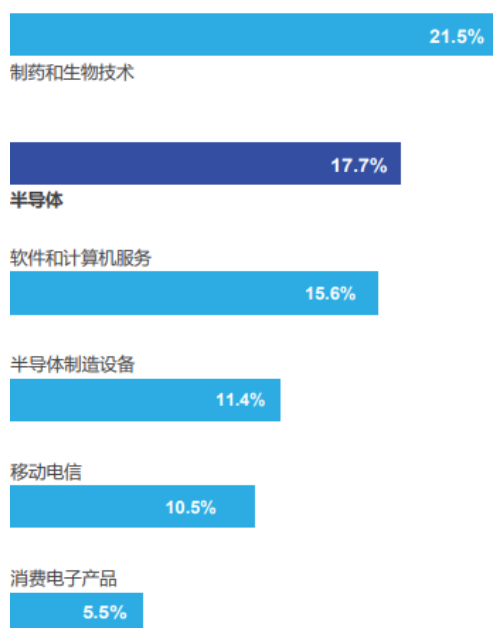
¹ <https://www.semiconductors.org/news-events/latest-news/>

1.2 研究

为了维持和扩大美国的技术领先地位，联邦研发投资正在构建发展框架。该框架将加强研究人员和制造商之间的联系，加速将研究创新转化为商业或国防产品 and 应用。其中许多关键研究项目由美国国家科学基金会（NSF）、美国国家标准与技术研究院（NIST）和美国能源部（DOE）科学办公室资助或运营。此外还有一些联邦政府资助的半导体研究计划，例如美国国家半导体技术委员会（NSTC）、国家先进封装制造计划（NAPMP）和美国数字孪生芯片制造研究计划（SMART USA）。

美国半导体研发支出始终居高不下，这反映了美国市场份额领先地位、研究投资和持续创新之间的内在联系。2024 年，美国半导体行业的研发支出达到 627 亿美元，比 2023 年增长了约 5.7%。在研发支出占销售额的百分比方面，2024 年，美国半导体行业将 17.7% 的营收投入研发，仅次于美国制药和生物技术行业。虽然全球竞争对手正在增加研发投入，但就半导体行业的研发投入而言，美国公司的研发投入仍比任何其他国家都多。

各行业研发支出



各经济体半导体行业研发支出

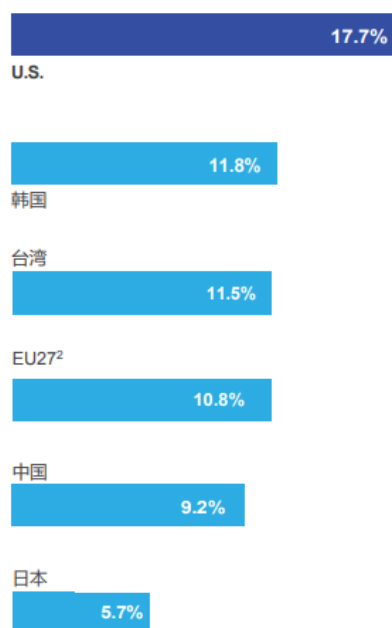


图 1 美国各行业（左）和全球各经济体（右）研发支出占销售额的百分比

1.3 设计

芯片设计是一项关键的研发活动，决定半导体设备的功能和价值，涉及持续多年的研发、数以亿计的投资和数千名工程师。

美国公司目前是芯片设计领域的全球领导者，但挑战即将来临——外国政府正在激励芯片设计和研发，并试图取代美国的领导地位。美国目前在研发税收优惠税率（9.5%）方面落后于中国（25.8%）、韩国（25.0%）等竞争对手。为确保美国成为全球半导体公司投资研发的竞争目的地，国会应扩大现有的先进制造业投资抵免政策，并将芯片设计纳入其中。

1.4 劳动力

熟练的国内劳动力对于保持美国在半导体领域的领先地位至关重要。当前美国芯片行业直接雇佣了约 34.5 万名人员，并创造了近 200 万个间接和衍生就业岗位。随着未来几年美国半导体生态系统的发展，将需要更多合格工程师来填补职位空缺。一项研究表明，预计到 2030 年，美国半导体行业的直接劳动力缺口为约 6.7 万人，并将产生 140 万间接和衍生劳动力缺口。

二、美国的半导体供应链

2.1 全球半导体领导力竞争

为了加强半导体生态系统建设，为半导体制造和芯片设计提供成本优势，各国政府提供大量财政激励和其他支持。美国政府必须维持适当的税收和其他激励措施，来推动未来对美国半导体生态系统的投资。

表 1 2024 年主要国家/地区的政府激励举措

	美国	中国大陆	欧盟	日本	韩国	中国台湾
目标	实现半导体供应链	到 2025 年实现 70% 自给率	到 2030 年全球市场	到 2030 年实现 1120	在逻辑领域站稳脚跟，	到 2030 年突破 1

	弹性		份额达到20%	亿美元销售额	巩固晶圆厂领导地位	纳米
指导政策	芯片和科学法案	《国家集成电路产业发展推进纲要》，第十四个五年计划；《国务院关于印发鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》；《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》	2030 数字指南针	半导体和数字产业战略	K-Belt 半导体战略	Angstrom 半导体计划；半导体射月计划；台版芯片法案
重要激励措施金额	390 亿美元制造业投资；130 亿美元研发投入；35%先进制造业投资抵免	超过 2000 亿美元的补贴；220%芯片研发费用“加计扣除”	470 亿美元投资	175 亿美元投资	550 亿美元税收激励	160 亿美元的税收激励
重要举措	根据芯片法案提供国家级经费支持	大基金 I、II 和 III；有针对性的国家、省和市级集成电路资金；国有企业领导人；国家自然科学基金，国家风险投资引导基金、国家人工智能产业投资基金	欧盟芯片法案下的投资和贷款；税收抵免；国家援助津贴	国家财政资金；尖端半导体技术中心；专门的半导体资助计划和补贴	K-Chips 法案下的税收优惠；公私合作教育计划	芯片创新计划下的财政补贴；产学研合作、税收抵免

2.2 贸易

美国半导体行业约 70%的销售收入来自海外客户。为了保持美国半导体的领先地位并巩固美国在人工智能、汽车、电信、医疗保健、国防和航空航天等关键下游技术领域的领导地位，美国必须进行贸易谈判，并采取其他经济措施和举措：1) 确保美国的半导体生产具有成本效益；2) 提升下游需求；3) 增加美国芯片的全球市场占有率。

2.3 出口

半导体历来是美国最大的出口产品，近三十年来一直保持贸易顺差。美国半导体产业一直在全球市场上占据领先地位，目前在全球芯片销售中占有 50.4% 的市场份额。2024 年，美国半导体出口总额为 570 亿美元，位居成品油、原油、飞机、天然气和汽车出口总额之后。与整个半导体市场的增长类似，2024 年美国芯片出口增长 13%。展望未来，美国芯片行业的增长前景看好，预测 2025 年将实现两位数增长。国内行业不断增长的产能将增强美国半导体的出口潜力。

三、美国在全球半导体市场的份额

3.1 全球销售额

2024 年全球半导体销售额超过最初预测、达到 6305 亿美元，年销售额首次超过 6000 亿美元。从地区来看，2024 年美洲（45.2%）、中国（20.0%）和亚太/所有其他国家（12.2%）的年销售额均有所增长，但日本（-0.3%）和欧洲（-8.1%）的年销售额均有所下降。

与高性能计算相关的几个半导体细分产品领域在 2024 年表现出色。逻辑半导体产品的销售额在 2024 年达到 2158 亿美元，成为销售额最高的产品类别。内存半导体产品的销售额位居第二，2024 年同比增长 78.9%，达到 1655 亿美元。DRAM 产品作为内存半导体产品的细分市场，销售额增长了 82.6%，在 2024 年所有产品类别中增幅最大。

由于人工智能、汽车和工业应用对芯片的需求增加，2024 年全球销售额比 2023 年增长了 19.6%。然而，成熟节点芯片的出货收入下降了 7.4%。预计到 2025 年，全球半导体行业销售额将增至 7010 亿美元，比 2024 年增长 11.2%。

3.2 美国市场份额

美国半导体产业占据全球市场的一半，平均每年保持稳定增长。自二十世纪九十年代末以来，美国一直是全球芯片销售市场份额的领先者。2024 年，美国半导体产业延续了这一趋势，总部位于美国的公司销售额达到 3180 亿美元，占全球销售收入的 50.4%。此外，美国半导体公司在研发、设计和制造工艺技术方面保持领先或高度竞争力地位。美国半导体产业的全球销售额领导地位推动了研发投入，这反过来又扩大了美国的技术主导地位，从而巩固了美国作为全球销售领导者的地位。

3.3 最终用途分析

未来十年，半导体技术的进一步创新将推动一系列变革性技术的发展，包括人工智能、5G/6G 通信、量子计算、先进制造、机器人技术等。计算机市场在芯片销售中的份额与 2023 年相比增长了 10%，成为 2024 年最大的细分市场。其他细分市场的销售表现各不相同：通信、消费电子产品和政府销售额均有所增长，而汽车和工业应用销售额则有所下降。

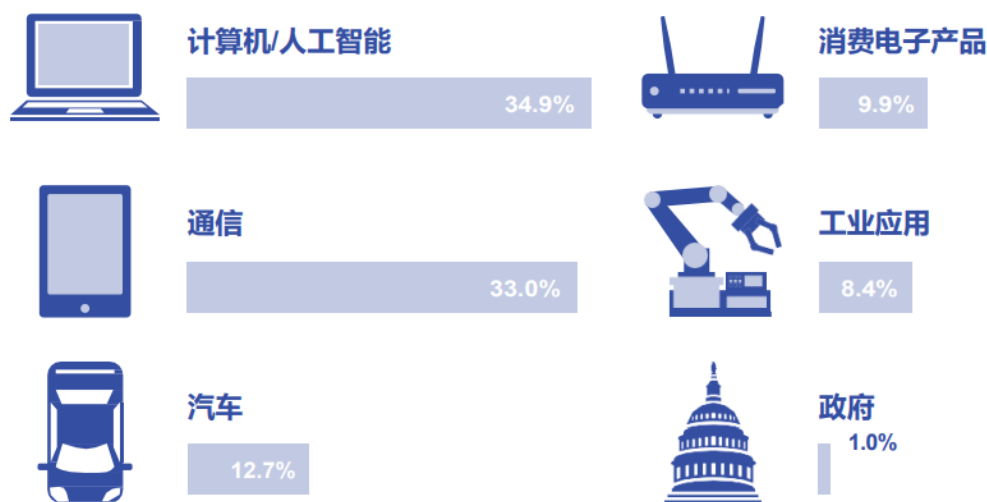


图 2 按最终用途划分的全球销售市场份额分析（2024 年）

四、政策建议

1. 在半导体制造激励和研发投入方面，推进相关激励举措，使半导体行业保持全球竞争力。

2. 在**税收政策层面**，确保美国持续成为半导体研究、设计和制造领域具有竞争力的投资目的地。

3. 在**研究方面**，支持现有的研发计划，加大联邦政府对半导体研究和物理科学基础研究的投资，以保持美国的技术领先地位并赢得未来技术竞争。

4. 在**劳动力和移民方面**，通过开发、吸引和留住高技能劳动力来扩大人才渠道。

5. 在**贸易与供应链弹性方面**，恢复美国贸易领导地位，建立强大且互补的全球芯片供应链，并促使进入新兴和不断增长的市场。

6. 在**出口管制和技术限制方面**，确保政策经过精心调整、具有针对性、有效性，并且不会损害其旨在保护的利益。

7. 在**环境和能源法规方面**，简化监管和许可要求，以促进创新和行业增长，保护工人和环境，并支持美国在国内和全球的能源实力。

（整理：沈湘 王丽）

英国光电子领导小组发布《英国光电子学 2025：隐藏的经济引擎》报告

据官网 6 月 23 日报道，英国光电子领导小组（PLG）发布《英国光电子学 2025：隐藏的经济引擎》报告¹，系统分析了英国在光电子领域的发展现状以及光电子技术对英国经济的战略性作用。报告显示，光电子学作为“隐藏的经济引擎”，是现代科技和工业的基础性技术，支撑着从通信、医疗到能源、制造业等关键领域的发展。英国需要抓住机遇巩固光电子领域的全球领先地位。

报告的主要观点包括：

¹ https://photonicsuk.org/wp-content/uploads/2025/06/UK_Photonics_2025_The_Hidden_Economic_Engine_online.pdf

1. 英国光电子产业在 2024 年为英国经济贡献了 185 亿英镑，过去两年的年均复合增长率为 7.9%。目前英国光电子产业有 1400 家企业，雇佣了 84800 名员工，是英国生产力最高的制造业之一。

2. 所有重大的社会挑战和市场都受到光电子学的影响，包括先进制造、清洁能源、国防、安全、汽车、数字技术、人工智能、生命科学、太空、量子科学等领域。由于光电子学的基础作用，预计将成为英国《投资 2025：现代工业战略》中确定的关键驱动行业之一。英国《2025 年战略防御评估》报告中强调了直接和间接依赖于光电子学的多种“正在重新定义战争的技术”，包括部署基于激光的定向能解决方案。

3. 英国光电子公司经验丰富，拥有成熟公司、年轻初创企业和中小企业的健康结构。此外，英国还有 40 多所大学积极从事光电子学研究。

(执笔：沈湘)

前沿研究

美国宾夕法尼亚州立大学开发全球首台基于二维材料的 CMOS 计算机

硅材料通过工艺微缩推动了半导体技术的进步，但进一步的缩放仍需要探索新材料。具有原子厚度和高载流子迁移率的二维（2D）材料提供了一种有前景的替代方案。当前，虽然在晶圆级生长技术、高性能场效应晶体管和基于 2D 材料的电路研发方面取得了重大进展，但实现于互补金属氧化物半导体（CMOS）的工艺集成仍然是一个挑战。

美国宾夕法尼亚州立大学帕克分校的研究团队在半导体技术领域取得突破性进展——首次基于 CMOS 工艺，使用 2D 材料成功研制出具备基础运算功能的原型计算机¹。这台计算机采用了二硫化钼（MoS₂，用于 n 型晶体管）和二硒化钨（WSe₂，用于 p 型晶体管）两种 2D 材料，完全替代了传统硅基半导体材料。

研究团队采用金属有机化学气相沉积（MOCVD）技术生长出大面积的 MoS₂ 和 WSe₂ 薄膜，并分别制备了超过 1000 个 n 型和 p 型晶体管。通过沟道长度的缩放、高 κ 栅极电介质的引入、制造工艺的精确调整和后续处理步骤的优化，团队实现了 n 型和 p 型晶体管阈值电压的有效调控，构建出功能完整的 CMOS 逻辑电路，该电路具有高驱动电流和低亚阈值泄漏特性，可在低电源电压（低于 3 V）下运行，功耗达皮瓦级，支持最高 25 kHz 频率下的简单逻辑运算，开关能量低至约 100 pJ。最后，研究人员通过行业标准计算模型预测了单指令集计算机的性能，并将二维 CMOS 计算机与最先进的硅技术进行了基准测试对比。

¹ Subir Ghosh, Yikai Zheng, Musaib Rafiq, et al. A complementary two-dimensional material-based one instruction set computer[J]. Nature, 2025, 642:327–335. <https://www.nature.com/articles/s41586-025-08963-7>

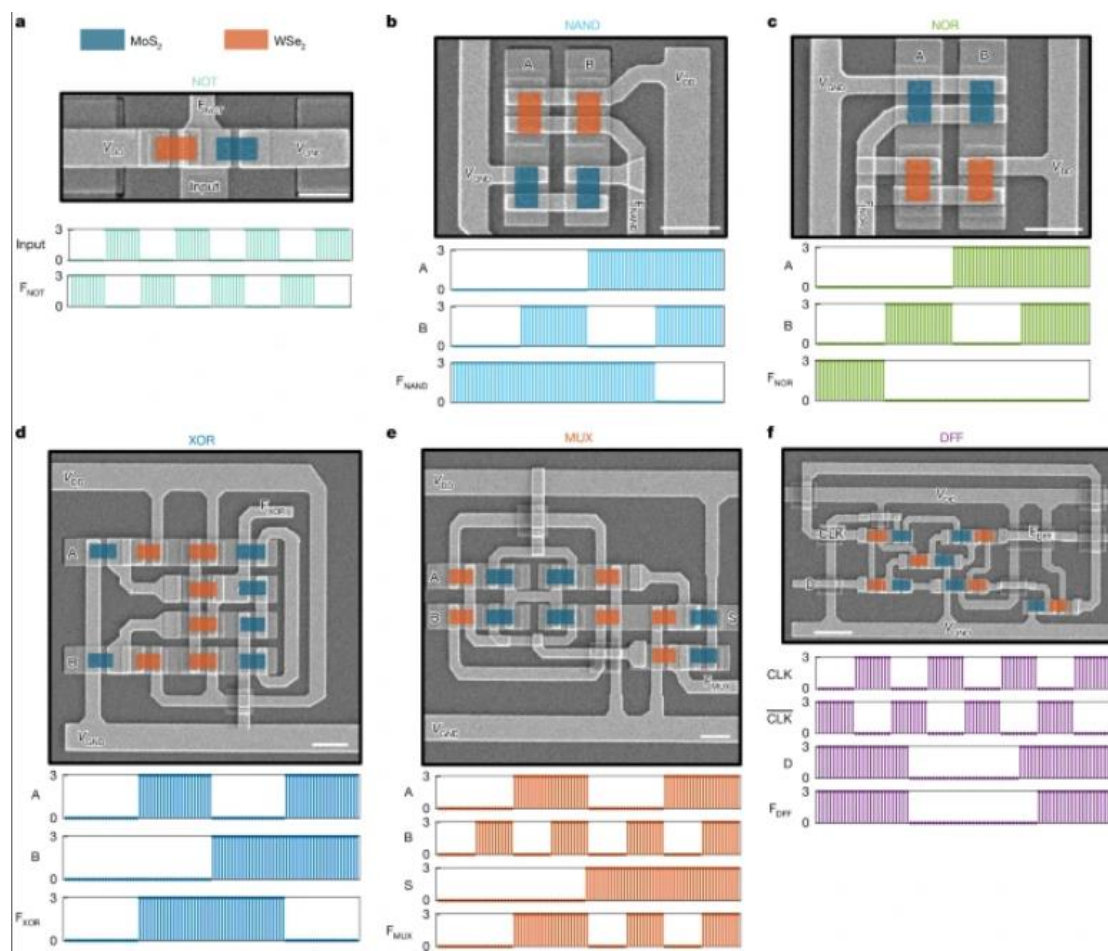


图 1 2D-CMOS 组合电路和时序电路

尽管这项工作仍有进一步优化的空间，但它标志着利用二维材料推动微电子学发展的一个重要里程碑。

（执笔：沈湘）

澳大利亚悉尼大学与新南威尔士大学等研发全球首个低温下精准控制量子比特的芯片

自旋量子比特必须在低于 1 开尔文的极低温环境中运行，才能保持稳定。实现量子计算的大规模实用化，核心挑战在于如何对大量的自旋量子比特实施稳定且精确地控制。其中的关键问题是设计干扰性集成电子系统——该系统需在不破坏量子态的前提下完成量子比特的操控与读取。需特别注意的是。若控制电路距离过近，其产生的热量和电噪声将显著影响量子态的相干性与稳定性。

为解决硅基自旋量子比特集成控制难题，澳大利亚悉尼大学与新南威尔士大学等研究团队利用异构集成的低温互补金属氧化物半导体（cryo-CMOS）芯片在毫开尔文温度下控制量子比特的方案¹。该方案突破性地采用“小芯片”架构——将高热噪特性的控制系统与敏感量子比特物理隔离，同时通过高密度芯片间互连保持系统整体性。实验证实，该芯片可在接近绝对零度（-273.15℃）的极端环境下稳定运行，将信息编码于单个电子的自旋方向。该技术不仅展现出良好的可扩展性，更与现有 CMOS 制造工艺完全兼容，为突破传统 CMOS 电路存在的热噪声与信号串扰难题提供了可行路径。

实验结果表明，该芯片在保持量子态相干性不受影响的前提下，成功实现了单比特与双比特的高保真度量子操作，且操作过程中基本未观测到性能损耗。特别值得注意的是，系统展现出卓越的能效表现：总控制功率稳定在 10 微瓦量级，其中模拟电路功耗更是低至每兆赫 20 纳瓦。这种超低功耗特性，为未来实现百万量级量子比特阵列的集成控制提供了关键性技术支撑。

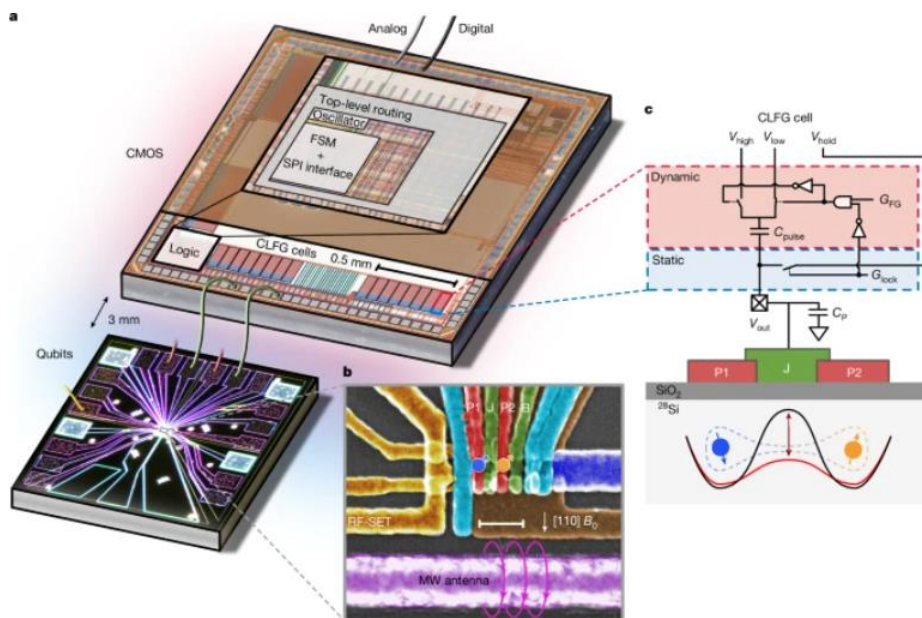


图 1 低温 CMOS 量子比特芯片和基本 CMOS 操作

¹ Samuel K. Bartee, Will Gilbert, Kun Zuo, et al. Spin-qubit control with a milli-kelvin CMOS chip [J]. Nature, 2025, 643:382–387.

这项突破性研究验证了科学界长期以来的一个设想，即在特定低温条件下，复杂的电子系统能够与量子比特集成，实现精确控制。研究团队特别强调，该低温电子平台展现出多重应用潜力，不仅在量子计算领域具有革命性意义，更将在精密传感技术革新以及新一代数据中心建设等领域产生深远影响。

（执笔：沈湘）

美国加州大学伯克利分校等在 CMOS 芯片上实现可扩展量子光源反馈稳定技术

硅光子学正依托成熟的互补金属氧化物半导体（CMOS）制造技术，通过光学器件微型化实现光量子态的高效产生与操控，这项技术有望在短期内实现物理量子比特的大规模制造，进而推动量子信息处理的发展。但需要指出的是，当前硅量子光子集成电路的发展仍面临着三重核心挑战：其一，器件对工艺和温度变化表现出极高敏感性；其二，自由载流子效应和自热现象导致的非线性干扰；其三，系统内部难以消除的热串扰问题。虽然现有解决方案通过引入庞大的片外电子设备缓解了这些难题，但这种方案也牺牲了芯片级平台在体积、功耗和可扩展性等方面的先天优势。

由美国加州大学伯克利分校、波士顿大学和西北大学组成的联合研究团队，成功研制出世界上首款电子-光子量子片上系统¹。这项突破性成果采用商业化 45nm CMOS 微电子工艺，在单一平台上实现了量子光源与高稳定电子元件的协同集成。特别值得注意的是，研究人员在硅芯片上构建了一组微型“量子光工厂”，每个“量子光工厂”仅约 1 毫米见方的尺寸，却能稳定地产生量子纠缠光子对²。

研究人员创新性地在可调微环腔光子对源中引入非侵入式光电

¹ Danielius Kramnik, Imbert Wang, Anirudh Ramesh. Scalable feedback stabilization of quantum light sources on a CMOS chip [J]. Nature Electronics, 2025. <https://www.nature.com/articles/s41928-025-01410-5>

² <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2025/7/547879.shtm>

流传感技术，成功实现了在量子状态下工作时对固定波长的泵浦激光器的主动锁定。这一技术固定波长的泵浦激光器的主动锁定。这一技术使得基于大规模微环阵列的量子系统成为可能。研究表明，该光源系统不仅能在热干扰下保持稳定的量子特性，而且在实际环境中展现出可靠运行的特性。该研究具有里程碑意义，既为“量子光工厂”芯片的批量化生产提供了技术支撑，更为构建实用化大规模量子系统奠定了关键基础。

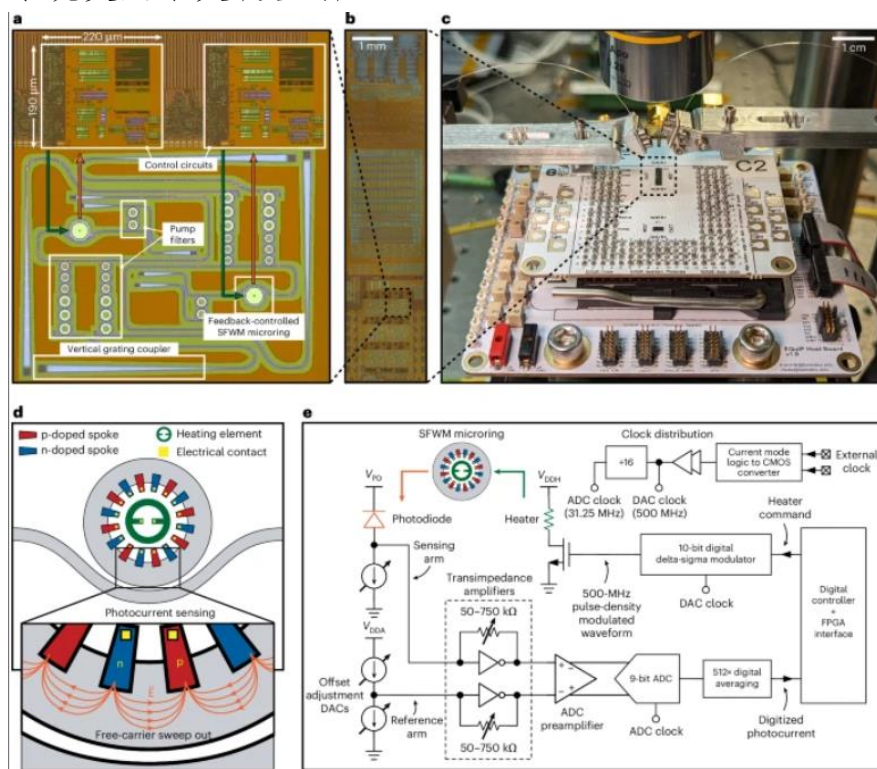


图 1 片上电子-光子量子系统

(执笔：沈湘)

美国东北大学等开发出可按需改变物质电子状态的“热淬火”方法

在量子材料研究领域，超快光-物质相互作用已被证实是调控材料宏观性质的有效机制。但需要指出的是，光诱导相变技术的实际应用面临双重制约：一方面，其激发态寿命处于飞秒至皮秒量级；另一方面，相态稳定通常需要维持极低温环境（如液氦温区）。特别

值得注意的是，对于 1T-TaS₂ 这类典型量子材料，其隐藏的金属电荷密度波的物理起源及其在临界低温以上仍能保持稳定性的微观机制，至今仍是凝聚态物理学界争论的焦点问题。

美国东北大学和布朗大学研究团队合作开发出了一种按需调控物质电子状态的新方法，这项突破性技术通过“热淬火”工艺——即精确控制加热与冷却的动力学过程，实现了量子材料在金属导电态和绝缘态之间的可逆切换。值得注意的是，该技术可使两种电子态实现瞬时转换（切换时间达皮秒量级），理论上能使电子设备的速度和效率提升 1000 倍¹。这种可控的绝缘态-导电态转换机制标志着材料科学的重大进展：它不仅首次实现了对材料导电特性的实时操控，更重要的是为开发基于量子材料的、兼具纳米级尺寸和太赫兹运算速度的新型电子元件提供了技术路径，有望突破传统硅基半导体器件的物理极限。

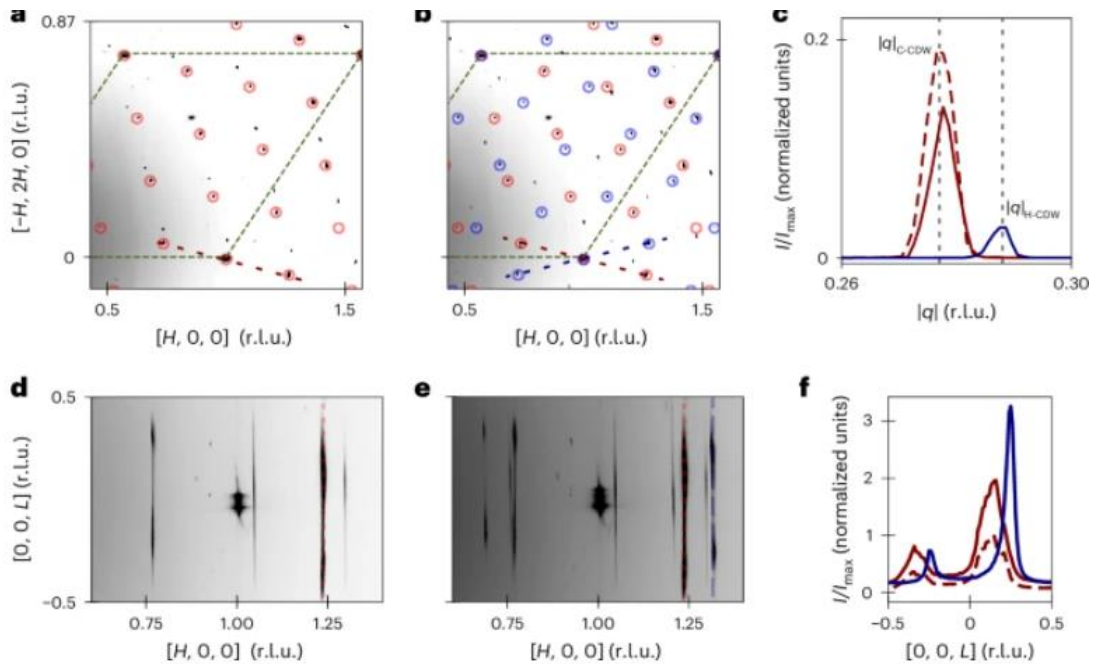


图 1 热淬火进入混合 CDW 相

（执笔：沈湘）

¹ Alberto de la Torre, Qiaochu Wang, Yasamin Masoumi, et al. Dynamic phase transition in 1T-TaS₂ via a thermal quench [J]. Nature Physics, 2025. <https://www.nature.com/articles/s41567-025-02938-1>

日本东京科学研究所开发新型 2.5D/3D 芯片封装方法 BBCube

据官网 6 月 24 日报道，在 2025 年 5 月 27-30 日举行的 2025 IEEE 第 75 届电子元件和技术会议（ECTC）上，日本东京科学研究所（Science Tokyo）的研究团队提出了一种名为“BBCube”的新型 2.5D/3D 芯片集成方法，这项突破性方案被认为将重塑未来计算架构的发展方向¹。

研究人员为突破传统焊料互连的技术瓶颈，率先开发了倒装芯片——晶圆（COW）工艺。该技术采用喷墨沉积系统与选择性粘合剂涂覆方案，成功在 300 mm 华夫格（waffle）晶圆上实现了多尺寸芯片的精准装配——芯片间距精确控制在 10 微米量级，单次贴装耗时低于 10 毫秒。实验数据显示：研究人员在华夫格晶圆上高效集成了 30000 多个不同尺寸的芯片，不仅达到业界领先的键合速率（较传统工艺提升 3 倍），更实现了零脱落率的可靠性突破。

为了实现精确高速的 COW 工艺，研究人员专注于解决可能影响超薄晶圆多层堆叠的热稳定性问题。通过化学性质的精细调控，研究人员成功研制出适用于 COW 及晶圆对晶圆工艺的新型粘合剂材料“DPAS300”，可用于 COW 和晶圆对晶圆工艺。这种新型粘合剂由有机-无机混合结构组成，在实验研究中表现出显著的粘附性和耐热性。

最后，为了实现高内存带宽并提高 BBCube 的电源完整性，研究人员采用了一种由新型电源分配加强的 3D xPU on DRAM 架构。该架构方案包含三项关键技术：在 xPU 和 DRAM 之间嵌入电容器、在华夫格晶圆上实施重分布层、以及在晶圆通道和

¹ <https://www.isct.ac.jp/en/news/7kmqvjetsc5d>

DRAM 划线中集成硅通孔。实验表明，这些创新将数据传输所需的能量降低到传统系统的 1/5 到 1/20，并将电源噪声有效抑制在 50 mV 以下。

(执笔：沈湘)

产业动态

英伟达、AMD 宣布恢复对华芯片出口

据央视新闻报道¹，7月15日美国英伟达公司创始人兼 CEO 黄仁勋宣布了两项重要进展：美国商务部已批准 H20 芯片的对华销售，英伟达将推出新款 RTX PRO GPU²。据了解，H20 是为遵守美国出口限制而推出，专为中国市场设计的 AI 加速器，整体性能略高于华为公司昇腾 910B 芯片³。

此外，美国 AMD 公司 7 月 15 日也宣布⁴，该公司 MI308 产品的许可申请将进入美国商务部审查程序。MI308 芯片也是 AMD 为响应美国出口管制而专为中国市场设计的 AI 加速器。

美国智库 ITIF 认为，允许英伟达和 AMD 恢复向中国销售 H20 和 MI308 二线芯片是正确之举⁵。英伟达公司 H20 芯片性能远低于其顶级 GPU，如 B100 和 B200，以及其较旧的 H200。H20 只在中国有较大的市场、因为中国的买家无法获得更高性能的 GPU 芯片。拒绝出口 H20、MI308 等较低级别的美国芯片可能会在一定程度上增加中国的边际成本，但无法阻止中国发展人工智能领域的雄心，尤其是在中国企业公司正加速打造国产替代品的情况下。与此同时，限制这类二线芯片的销售不仅削弱了在全球人工智能生态系统中发挥核心作用的美国公司，还削弱了美国在人工智能和半导体领域的优势，并有可能将市场份额拱手让给外国竞争对手。更广泛地说，过于宽泛的出口管制可能会促使中国企业

¹ <https://tv.cctv.cn/2025/07/16/VIDE69yRpSG3vvrzVHFJPV74250716.shtml>;

² <https://www.nvidia.cn/products/workstations/professional-desktop-gpus/rtx-pro-5000/>

³ <https://www.semi.org.cn/site/semi/article/40f02a7f66564059ab25b7a4cbb4dd6e.html>

⁴ <https://www.semi.org.cn/site/semi/article/d89f788663154a62919d99d4d461bc68.html>;

<https://www.cnbc.com/2025/07/15/amd-mi308-ai-chip-china.html>

⁵ <https://itif.org/publications/2025/07/21/letting-us-companies-sell-second-tier-chips-to-china-is-the-right-move/>

脱离美国的人工智能生态系统，转而推动替代技术的研发和应用，从而导致长期的战略损失。

（执笔：沈湘 王丽）

美国 Marvell 公司宣布推出业界首款 2nm 定制 SRAM

据官网 6 月 17 日报道，美国 Marvell（美满电子公司）宣布推出业界首款 2 nm 定制静态随机存取存储器（SRAM）¹，拓展了定制技术平台，旨在提高为云数据中心和人工智能集群供电的定制 xPU 和设备的性能。

该定制版 2 nm SRAM 可提供高达 6Gb 的高速片上存储，同时显著降低内存功耗和芯片面积。相比标准片上 SRAM，可节约 15% 的总芯片面积、降低约 2/3 的待机功耗，同时能实现 3.75GHz 的工作频率。

此前 Marvell 推出了 CXL 技术，可集成到定制化芯片中，为云服务器增加 TB 级内存和补充计算容量，并推出了定制 HBM（高带宽内存）技术，将内存容量提高了 33%，同时减少了 xPU 内集成高密度 HBM 堆栈所需的空间和功耗

（执笔：沈湘）

日本富士胶片公司成功研发无 PFAS 新型光刻胶

据官网 7 月 15 日报道，日本富士胶片（Fujifilm）公司成功开发出一种用于先进半导体制造工艺的不含全氟/多氟烷基化合

¹ <https://www.marvell.com/company/newsroom/marvell-2nm-custom-sram-next-generation-ai-infrastructure-silicon.html>

物（PFAS）的新型 ArF 浸没式光刻胶，并成功证明其适用于 28 纳米级金属布线制造，尤其面向车规及工业半导体¹。

该技术突破在于该光刻胶在先进 ArF 浸没式曝光中实现了优异的单路图案形成反映效率和高疏水性（以减少水印），确保能够形成高度均匀的惊喜电路图案。富士胶片与 IMEC 合作，对这种无 PFAS 负性 ArF 浸没式光刻胶的性能进行评估，成功证明其能够以高良率和高吞吐量形成 28 nm 的精细金属布线。展望未来，富士胶片计划推进客户评估，并尽早实现商业化。

富士胶片一直积极推动先进抗蚀剂的无 PFAS 创新，减少和替代可能对人类健康与环境构成风险的物质。去年富士胶片推出了一种无 PFAS 的纳米压印光刻机，作为与“纳米压印光刻”这一先进半导体制造技术兼容的半导体材料。

（执笔：沈湘）

日本 Rapidus 公司启动 2nm GAA 晶体管试制

据官网 7 月 18 日报道，日本半导体制造商 Rapidus 公司宣布已在其创新集成制造工厂（IIM-1）启动 2 纳米全环绕栅极（GAA）晶体管结构的原型试制，并成功展示了其首块直径 30 厘米的 2 nm GAA 晶圆，该原型晶圆达到了预期的电气特性²。这一里程碑进展标志着日本在先进制程技术领域迈出了关键一步，也为未来 2 nm 制程的量产奠定了基础。

Rapidus 正在开发与其 2nm 工艺兼容的 PDK（工艺设计套件），计划在 2026 年一季度结束前向客户交付，2027 年实现大规模量产。

（执笔：沈湘）

¹ <https://www.fujifilm.com/bo/en/news/hq/12568>

² https://www.rapidus.inc/en/news_topics/information/rapidus-achieves-significant-milestone-at-its-state-of-the-art-foundry-with-prototyping-of-leading-edge-2nm-gaa-transistors/

日本理化学研究所部署首台海外 IBM Quantum System Two 系统，与“富岳”超算协同运行

2025 年 6 月 23 日，美国 IBM 公司与日本理化学研究所（RIKEN）推出首台部署于美国境外的 IBM Quantum System Two 量子计算机，与日本超级计算机“富岳”位于同一位置¹。RIKEN 的 IBM Quantum System Two 系统搭载 IBM 公司的 156 量子比特处理器 Quantum Heron，这是 IBM 公司迄今为止性能最好的量子处理器，较前代 Eagle 处理器性能提升 10 倍。搭载 Heron 的 IBM Quantum System Two 通过高速网络与“富岳”在基础指令层面实现连接，能够使 RIKEN 和 IBM 公司的工程师开发并行工作负载、低延迟的经典-量子通信协议，以及先进的编译过程和程序库，探索量子系统的优势应用场景。

此次部署的量子计算机进一步扩充了 IBM 公司全球量子计算集群规模。IBM 公司量子计算副总裁 Jay Gambetta 在致辞中强调：“计算技术的未来是以量子为中心的，我们与合作伙伴 RIKEN 正携手推进这一愿景的实现。搭载 Heron 处理器的 IBM Quantum System Two 系统与‘富岳’超级计算机深度协同，将使科学家和工程师们能够突破现有技术的极限。”

（执笔：于杰平）

¹ <https://newsroom.ibm.com/2025-06-23-ibm-and-riken-unveil-first-ibm-quantum-system-two-outside-of-the-u-s>

《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

