

集微技术信息简报

2023 年第 **3** 期 (总第 54 期)

中国科学院文献情报中心

2023 年 5 月制

本期目录

政策计划

美国发布《美国国家半导体技术中心愿景和战略》	1
英国发布《国家半导体战略》	7
英国发布《国家量子战略》	11
美韩举办首届“供应链和商业对话”部长级会议.....	17
欧盟理事会和欧洲议会就“欧洲芯片法案”达成临时协议.....	18
英国宣布与日本建立半导体合作伙伴关系	19
美日签署教育合作备忘录联合培养量子信息科学和半导体领域人才	20
日本将从 7 月 23 日起限制先进半导体技术出口	21
美加两国将在关键矿产和半导体供应链等多领域推进合作	22

产业洞察

美国 SIA 发布 2023 年 Factbook 白皮书	24
IDTechEx 发布《先进半导体封装：趋势和增长动力》报告	36
美国智库发布《成熟制程芯片的战略重要性》	38

前沿研究

北京大学等研制出基于超大规模集成硅基光子学的图论光量子计算芯片.....	42
中科院物理所等首次在二维钽结构中发现全新单质铁电性	44
美国宾夕法尼亚大学开发出后端兼容的铁电场效应晶体管	45
中国科学技术大学构建出基于铌酸锂芯片的上转换单光子探测器 ..	46

产业动态

ASML 将与埃因霍温理工大学合作建立新研究中心	49
三星电子公司将在日本建立先进封装研发中心	50
美光科技公司将 EUV 技术输出给日本以推动下一代存储器制造	50

英特尔芯片代工部门宣布与 Arm 在 18A 工艺系统级芯片设计方面达成合作.....51

英国激光器研发公司 Vector Photonics 推进 1 瓦全半导体 PCSEL 激光器商业化进程.....52

美国应用材料公司宣布投资 40 亿美元在硅谷新建芯片研究中心53

政策计划

美国发布《美国国家半导体技术中心愿景和战略》

2023 年 4 月 25 日，美国国家标准与技术研究院（NIST）发布《美国国家半导体技术中心愿景和战略》报告¹。报告阐述了美国国家半导体技术中心（NSTC）将如何加快美国开发未来芯片和技术的能力，以保障美国的全球创新领先地位。

愿景和战略报告描述了该中心的使命目标、关键计划和治理结构。报告称，美国国家半导体技术中心（NSTC）旨在支持和扩展美国在半导体研究、设计、工程和先进制造方面的领导地位。NSTC 将与学术和行业伙伴合作，在全国各地创建附属技术中心，促进一个在规模、广度和侧重点方面都前所未有的研究和创新网络。NSTC 将为良好的工作机会打下基础，使美国国内的半导体劳动力得到发展。

一、使命与目标

（一）使命

《为美国半导体制造创造有益激励（CHIPS）法案》（以下简称“法案”）规定：商务部长应与国防部长合作，建立一个国家半导体技术中心，进行先进半导体技术的研究和原型制造、培养美国半导体劳动力，以加强国内供应链的经济竞争力和安全性。该中心应作为公私联合体运营，由私营部门、能源部和国家科学基金会参与。

因此，美国国家半导体技术中心（NSTC）将作为整个半导体生态系统研究和工程的聚集中心，推进和实现颠覆性创新，以确保美国在未来产业中的领导地位。

（二）目标

¹ <https://www.nist.gov/chips/vision-and-strategy-national-semiconductor-technology-center>

为履行其法定使命，商务部为 NSTC 确定了三个总体目标，并希望分阶段建设 NSTC，首先建立组织，随后确定早期项目的优先级，并引导重点计划的开发和实施。

目标 1：扩大美国在未来应用和产业基础技术方面的领导地位，并加强美国半导体制造生态系统。

(1) 在竞争前阶段进行世界一流的研究，产生可供所有参与者使用的设计和工艺技术以及知识产权 (IP)。

(2) 支持跨生态系统的世界级研究，包括学术机构、政府机构和政府资助的研究机构。

(3) 创造重大挑战，支持有针对性的行业路线图，并制定标准以促进广泛的技术开发生态系统协作。

目标 2：显著减少成员组织为创新想法进行原型制造的时间和成本。

(1) 建立并提供对物理资产的访问，例如端到端原型制造和其他设施和设备。

(2) 提供对数字资产和 IP 的访问，包括设计工具、参考流程、工艺设计套件和数据集。

(3) 提供与内部技术人员的接触机会，以协助克服技术和工艺挑战。

(4) 创建一个投资基金，旨在吸引大量私人资本进入以半导体为重点的新兴公司。

(5) 汇总并管理对商业晶圆厂的多项目晶圆服务的需求。

(6) 通过有针对性的访问计划，让传统上不属于半导体行业的社区参与进来。

目标 3：建立并维持半导体劳动力发展生态系统。

(1) 作为跨行业、学术机构、政府机构和政府资助的研究机构的协调点和资源，提供半导体相关的劳动力数据、培训和发展计划。

(2) 鼓励和促进采用多样性、公平性、包容性和可访问性 (DEIA) 最佳实践和商务部良好工作原则作为所有劳动力投资的基础。

(3) 开发和资助劳动力计划，以支持 NSTC 成员在半导体行业建立和维持职业道路。

二、关键计划领域

NSTC 将专注于技术、资产、劳动力三个关键计划领域。

(一) 技术领先计划

第一个关键计划领域将侧重于半导体和先进电子技术的领先地位。为此，NSTC 将设置以下机制或计划。

1. 重大挑战：重大挑战提供了一种机制，可以协调半导体社区的研发工作以解决更大的问题，服务于建立新的实践社区，并帮助指导进一步的项目投资。同时，吸引传统半导体社区以外的参与者，带来新的见解和专业知识。

2. 技术顾问：为了确定技术重点和重大挑战的具体领域，NSTC 将依赖世界级专家的技术建议，这些专家来自工业界、学术界、能源部国家实验室和其他联邦资助的研究和发展中心，以及政府机构。

3. 内部和资助的研究：NSTC 将开展和资助与其他机构的研究和合作，主要关注那些将在未来大约 5 到 15 年内使行业受益的发展，技术重点由顾问指导并与重大挑战保持一致。

4. 投资基金：法案呼吁与私营部门一起设立投资基金，以支持初创企业以及新企业、学术界和老牌公司之间的合作，旨在促进国内半导体生态系统的创新商业化。

5. 技术交流：通过奖学金、实习和技术交流计划，访问研究人员可以加入在职研究人员的行列，建立一个相互联系的协作社区。鼓励大学建立或使用现有的政府服务休假计划和其他机制，使学生、博士后学者、教师、研究人员、科学家、工程师参加 NSTC 的活动。

6. 路线图：路线图可以成为跨行业沟通需求和时间线、为研究和商业活动建立明确的目标和可交付成果的有效工具。

7. 标准和协议：NSTC 与美国和国际标准机构合作，利用 NIST 内部的标准开发专业知识，统一供应商和开发商在新兴技术方面的工作，包括小芯粒、先进封装和异构集成。NSTC 还将促进工艺和装配设计套件标准的开发，并确保这些标准的适用性。

8. 安全：NSTC 将牵头确保国内微电子生态系统的安全。NSTC 可以促进安全功能标准的实施，这些标准有助于获硅验证安全性 IP 的开发和访问。

（二）资产管理计划

NSTC 将管理各种物理和数字资产，使广泛的社区受益。为此，NSTC 将设置以下机制或计划。

1. 技术中心：NSTC 将由总部设施和 NSTC 附属技术中心的综合网络组成，这些技术中心的位置分布在美国各地。NSTC 技术中心网络能够提供端到端制造能力，以实现小批量原型制造和试生产、新材料和器件的实验和测试以及其他研究相关活动。NSTC 应努力创建一个开放和协作的研究环境，同时平衡保护技术中心的专有信息的需要。

商务部希望政府实体或计划也可以作为 NSTC 的附属技术中心，如以半导体制造为重点的美国制造研究所。由于建造新的制造设施的基础设施成本很高，商务部正在探索建立技术中心的几种选择。其中包括建设新设施、收购现有设施，或在 NSTC 与现有设施之间进行合作，并利用潜在的扩展和升级资金来满足所需的规格。

2. 数字资产：NSTC 将寻求新的方法提高设计生态系统的灵活性，包括技术方法和合规管理。NSTC 将通过建立基于云的设计支持门户（Design Enablement Gateway）作为半导体无晶圆厂研发的中心，确保 IP 可以安全共享；通过优先资助 EDA 和电路设计方面的研究，

NSTC 将加快新设计的流片时间，以减少代工厂启动新工艺所需的时间，并提高快速验证移植设计的能力。

数据集方面：NSTC 将在收集、汇总和共享数据集方面发挥作用，以实现基准测试和运营改进、工具开发、数字孪生创建以及 AI 模型训练等。这些数据集根据明确的指导方针提供给 NSTC 成员，这可以大大缩短从电路设计概念到获得硅验证安全性 IP 的时间并降低成本。

专利方面：NSTC 将制定规则和程序来保护其成员的知识产权，包括对知识产权披露、许可和使用的明确程序。作为激励措施，NSTC 将努力以合理的成本向成员提供因 NSTC 资助而产生的知识产权，并促进成员之间适当的知识产权共享。

（三）劳动力计划

劳动力发展是 CHIPS 激励计划的优先发展事项。NSTC 作为一个协调机构和卓越研究中心，将帮助扩大技术劳动力，并充分利用美国政府资助的半导体相关劳动力计划。

为了实现这些目标，NSTC 应该：

1. 与工业界、教育机构、政府机构和政府资助的研究机构合作，确定和推广始终满足行业需求的黄金标准教育模式、体验式学习和培训计划。
2. 创建一个信息交换所，针对教育、经验学习和劳动力培训计划中的研究、最佳实践和机会，进行广泛的收集和传播。
3. 推进半导体和微电子设计领域的职业拓展机会，包括来自弱势群体的个人。
4. 作为一个协作空间来解决产业劳动力的挑战，包括通过召集、调整资源或在产业需求出现时以其他方式提供支持等。

三、治理结构

美国商务部将与国防部合作，根据法案要求，通过公私联盟的方式建立 NSTC。在整个半导体生态系统中，NSTC 将被视为中立、可信和科学驱动的，其公信力将至关重要。因此，美国商务部将创建一个新的、有目的的、独立的、非营利的实体管理机构，该机构具有必要的中立性、专业知识和领导力以有效支撑 NSTC 的运营。

（一）运营模式

NSTC 的管理结构应谨慎平衡各个公司的专有利益和群体利益。

1. NSTC 将确定适当的项目组合及其执行方式，包括 NSTC 资助执行或联合资助执行。NSTC 将采用多种方法来实现目标，包括：为合作项目提供资金、为成员和社区提供收费服务、召集会议活动以促进联合项目开发和路线图制定。

2. NSTC 将根据利益相关者的意见建立一个技术中心网络。该网络应确保不同机构的有效集成和 workflows，并确保所有成员的可访问性。

3. NSTC 应确定如何最好地聘请行业和教育机构的顾问，根据需要为技术项目、劳动力发展或其他活动提供意见。

（二）财务模式

美国商务部正在制定一种财务模式以指导 NSTC 的战略发展。

《芯片法案》将拨款五年，美国商务部意在以这些资金作为催化剂，建立一个联盟，为未来的研究项目提供资金以应对长期战略挑战，并创建一个可以持续数十年的发展计划。财务模式将探索 NSTC 的潜在收入来源，并列举未来十年可能发生的成本，以确保满足国家需求的财务模式。NSTC 的可能收入来源，除了美国商务部的资助外，还包括会员费、项目服务费、投资基金的回报、知识产权许可费、版税、州政府和地方政府的资助、其他联邦机构以及慈善事业的资助。

（三）衡量标准

1. 衡量发展使命和目标的措施。NSTC 正式成立后，将继续完善其使命和目标，并对研究计划和项目进行优先排序。CHIPS 研发主任将直接与 NSTC 管理层合作，确定符合法案目标和纳税人利益的“定义成功”的衡量措施，并确保交付责任。NSTC 需要定义关键里程碑和成功进展的衡量指标并进行定期评估和改进，以确保研究工作符合 NSTC 目标和项目阶段性发展目标。NSTC 应制定相关评估政策，作为建立新研究计划或修订现有计划的一部分。

2. 建立评估基础设施。NSTC 应建立必要的组织设施（例如，系统和流程），以评估达到既定成功标准的进展情况。NSTC 应利用现有资源和已建立的最佳实践来加强和指导这一设施的发展，并与相关组织进行工作协调和合作，同时确保专有信息的保护。NSTC 应该在适当的时候，使用该设施来支持项目研究工作。

3. 定量和定性衡量指标。NSTC 在定义成功的衡量指标时，除了活动和产出的数量指标外，还应包括定性的衡量措施。例如，项目活动质量评估、领先指标、对下游影响证据以及定性因素（如，行业成员的支持和尊重）。

4. 定期报告并遵循评估领先实践。NSTC 将基于制定的关于成功的衡量标准和相关指标作为主要的绩效考核内容，编制其实现目标进展情况的年度报告，并以此作为依据来定期、系统地更新 NSTC 的发展目标。

（执笔：王丽 于杰平 沈湘）

英国发布《国家半导体战略》

2023 年 5 月 19 日，英国科学、创新和技术部（DSIT）发布《国家半导体战略》¹，旨在通过聚焦英国优势领域，确保在未来半导体

¹ <https://www.gov.uk/government/publications/national-semiconductor-strategy>

技术领域处于世界领先地位，实现发展国内半导体行业、降低半导体供应链中断的风险和保护国家安全三大战略目标。

英国政府认为半导体技术对于促进广泛领域的技术创新至关重要，包括政府承诺的目标和领域，例如：确保英国科技超级大国地位、实现 2050 年净零排放、实现国家量子战略的愿景、实现国家空间战略的愿景、确保国家网络战略提出的网络安全、确保国家人工智能战略中提出的领先优势等。英国政府认为英国在半导体设计和 IP 核、化合物半导体、及研发创新体系三方面拥有优势。

一、英国国内半导体行业发展计划

英国将在 2023-2025 年期间投入 2 亿英镑并在未来十年投入 10 亿英镑，巩固其在设计和 IP 核、化合物半导体以及研发创新方面的优势，以保持和扩大英国在半导体行业的重要地位。拟开展举措包括：

1. 成立英国半导体咨询小组。该咨询小组由科技和数字经济部和工业界联合主持，将结合行业、政府和学术界，确保以正确的行动战略推进英国半导体战略，代表科学、创新和技术部发言并向其提供建议和反馈。该咨询小组拟在 2023 年 6 月的伦敦科技周上正式启动。

2. 支持研发创新。投资支持半导体领域研发，改善英国半导体生态系统；投资创新项目，以解决人才短缺问题；鼓励具有创新和制造能力的半导体企业的扩大规模；投资新兴的半导体技术创新能力，包括混合和异构集成、集成电路设计、光子集成、AI 硬件、新材料及制造技术等；通过 EPSRC 为半导体相关领域的博士培训中心提供支持；为研发密集型中小企业提供额外税务减免；在今年秋季之前宣布进一步提高半导体制造业竞争力的计划。

3. 启动英国半导体基础设施计划。该计划的路线图将由剑桥大学制造研究所牵头，与化合物半导体应用弹射器（CSA Catapult）、

光子学领导小组（UK Photonics Leadership Group）、英国硅催化剂（Silicon Catalyst UK）和 Techworks 合作，共同研制，详细的规划内容预计将在今年内制定完成；该计划将成立一个新的国家机构，并通过发展使能性基础设施（如化合物“开放代工”）来支持商业研发和中小企业成长。

4. 试行一项新的英国孵化器计划。该孵化器计划将降低半导体行业新公司的发展障碍，提供设计工具和原型制作、业务指导和交流机会，以支持英国新的半导体初创企业，并鼓励建立更具活力的商业生态系统。

5. 解决半导体技能和人才短缺。从 2022/23 学年到 2024/25 学年，在半导体行业至关重要的数学和物理等学科上，为教师提供每学年最高 3,000 英镑的免税津贴；在 2022/23 招聘期间，将“工程师教物理”初级教师培训课程扩大到全国 17 家供应点；继续资助科学学习伙伴关系网络，确保教师能够获得高质量的持续专业发展以提高教学标准；支持半导体行业的 STEM 推广活动；成立未来技能部门，提高与工作和技能相关的数据质量，确保技能体系有效响应半导体行业需求；在未来三个财年(22/23-24/25)额外投资 7.5 亿英镑，支持高等教育的高质量教学和设施，包括工程、物理和电子学科；确保学徒制、高等技术资格和 T-Levels 资格满足半导体行业用人单位的具体要求；支持技术学院计划，鼓励更多半导体行业的雇主参与技术学院项目；通过使用高潜力人才签证、成长型企业高技术人才（Scale-Up）签证和全球人才签证，支持在世界各地招聘工程师；加强与日本等国际盟友合作，促进英国研究人员、学者、学生和工程师与国际机构和企业的相互交流。

二、降低英国半导体供应链中断风险的发展计划

英国将通过国内和国际行动提高依赖半导体的关键行业的弹性，并尽其所能减少最大中断情景的影响。拟开展举措包括：

1. 发布半导体供应链弹性指南，以提高各行业对半导体供应链潜在风险的理解，了解能更好应对未来供应链中断所需步骤，并最大限度地减少风险。

2. 建立一个政府-行业联合论坛，以帮助更好地识别和缓解供应链中断，提高对更容易受到短缺影响的特定行业的理解。

3. 进行危机和应急计划工作，召集政府代表、关键行业代表和相关制造商，考虑未来重大中断的影响以及可能的缓解措施。

4. 了解并解决包括英国关键国家基础设施在内的关键行业的外部供应商的芯片供应风险，鼓励合作和透明度以提高供应链弹性。

5. 评估英国未来的国内半导体制造需求，在批量生产不可能的情况下，了解为关键基础设施提供少量芯片的制造能力底线。

6. 与英国国防工业密切合作，确保国防半导体元件供应链的可持续供应。

7. 寻求多边和双边合作，在志同道合的国家之间（如 2023 年 G7 集团）制定和实施协调一致的供应链弹性方法；加强英美技术伙伴关系、英韩供应链弹性协议、英日数字伙伴关系等现有双边关系。

8. 识别全球最容易受到半导体供应链冲击影响的关键领域的供应链。

9. 聚焦英国在中国台湾地区的亚太数字贸易网络，以加强英国在该地区的能力和专业性知识，提升英国半导体行业的形象并推动贸易和投资。

三、保护英国国家安全的发展计划

半导体可能与一系列国家安全风险相关联，例如竞争国家通过收购敏感的英国半导体公司和技术来增强军事能力、半导体技术漏洞引起网络攻击载体增加等。英国正在通过加强最敏感的英国半导体公司和技术保护、适当平衡安全与行业增长来减轻国家安全风

险，并通过英国在硬件安全方面的专业知识来广泛提高用于消费者和敏感系统的半导体设备的安全证书以解决网络安全风险。

在保护英国资产方面，拟开展举措包括：

1. 审查《2021 年国家安全和投资法条例》中计算硬件和先进材料定义的范围。

2. 针对行业的敏感要素提供最新指南。

3. 与企业界合作，评估出口管制制度以及如何将其扩大到敏感的新兴技术（含半导体）。

4. 继续支持研究合作咨询小组（RCAT）为从事半导体研究敏感领域工作的英国学者提供建议。

在利用英国的硬件优势来提高网络安全方面，拟采取举措包括：

1. 英国《产品安全和电信基础设施法案》将于 2024 年 4 月生效。

2. 召集政府、学术界和企业界的安全专家，确定政府通过硬件提高安全性的进一步支持领域，并且确保与半导体相关的国际对话集中在硬件安全问题上。

3. 继续支持“数字安全设计(Digital Security by Design)”项目的未来发展，包括扩大在提供嵌入数字安全的半导体芯片方面的国际推广工作。与其他政府以及国际企业合作，促进“数字安全设计”项目研发技术的快速和尽可能广泛的采用。

4. 支持英国在 RISC-V 方面的优势，同时确保技术的安全发展。

（执笔：沈湘 王丽）

英国发布《国家量子战略》

2023 年 3 月 15 日，英国科学、技术和创新部（DSIT）发布《国

家量子战略》¹⁻²，提出了英国在量子领域的未来十年愿景和计划。DSIT 是英国政府于 2023 年 2 月新成立的部门，旨在确保英国成为世界上最具创新性的经济体和科技超级大国，首次将量子、人工智能、工程生物学、半导体、未来电信等未来五大技术以及生命科学和绿色技术整合到一个部门。英国将研究发展量子技术视为政府的首要任务，认为其可以释放其它技术的全部潜力。

目前，英国已经是量子技术的全球领导者。过去十年，英国政府通过富有远见的国家量子技术计划（NQTP）（2014-2024 年）为其量子技术发展奠定了坚实的基础。然而，鉴于当前全球技术变革加速和量子技术广泛应用面临挑战，英国认为现在是为未来十年量子技术发展制定明确目标和确定投入资金的最佳时机，以充分利用英国已有的领先优势，进而加速量子技术商业化。该战略提出了一个大胆且雄心勃勃的计划，来支持英国量子技术的全面发展，包括量子计算、传感、授时、成像和通信。

一、英国在量子领域的优势

（一）在量子领域取得优势的举措

英国在量子领域的优势主要得益于国家量子技术计划（NQTP），自 2014 年起研发投入规模达 10 亿英镑（约 12.5 亿美元），在量子计算、量子传感、量子通信等领域均有创世界纪录的成果产出。NQTP 汇集了政府、学术界和产业界的力量，具体投资包括：（1）通过量子研究中心（Quantum Research Hubs）投资 2.14 亿英镑（约 2.68 亿美元），以加速量子技术的开发和商业化进程。由量子研究中心组成的网络覆盖了英国各地的 30 多个研究机构，形成了高质量的量子生态系统。（2）投资 1.84 亿英镑（约 2.31 亿美元）用于支持大学和企业参加由创新英国（Innovate UK）发起的量子技术商业化挑战赛，

¹ <https://www.gov.uk/government/publications/national-quantum-strategy>

² 本报告利用百度工具将英镑换算为美元，换算时间为 2023 年 4 月 14 日 11:03。

共同研究和开发量子技术。(3) 通过国家量子计算中心 (NQCC) 投资 0.93 亿英镑 (约 1.17 亿美元) 用于建造英国的可扩展量子计算机。(4) 支持国家物理实验室 (NPL) 的量子计量研究院 (QMI), 为测试、评估和加速量子技术商业化提供国家力量, 并引领 NQTP 制定国际标准。(5) 推动基础物理量子技术计划, 旨在应用量子技术研究宇宙基本问题。(6) 投资研究生培训, 通过专门的博士培训中心 (CDT) 培养高质量的量子研究人员。(7) 通过国防部, 专门资助许多与 NQTP 相关的国防科学和技术实验室 (Dstl) 项目, 用于研究量子技术的国防应用。

(二) 在量子领域的八方面优势

英国在量子领域的优势主要体现在八个方面:(1) 人才优势, 英国重视量子人才培养, 投资量子技能培训、资助研究生、设立奖学金, 并拥有一批世界一流的量子专家。(2) 产业优势, 英国量子领域的公司数量仅次于美国排名全球第二, 在吸引私人投资方面也排名第二, 而且在欧洲处于领先地位。(3) 研发能力优势, 英国在量子计算、量子通信、量子传感等各领域均有研究积累, 并在开发用于量子纠错的量子计算软件方面世界领先。(4) 供应链优势, 光子学、电子学和低温学等领域对量子技术至关重要, 英国在这些领域拥有世界领先的创新集群, 例如南威尔士的化合物半导体集群, 以及苏格兰历史悠久的光子学集群。(5) 协作优势, 仅通过创新英国的商业化量子挑战赛, 英国政府资助了 139 个项目, 涉及 141 家量子机构, 促进了量子领域不同环节 (从硬件到软件、组件等) 主体间的协作。(6) 测试和质量保证优势, 英国国家物理实验室让英国在量子技术测试和质量保证方面位居世界前列。(7) 关键应用领域优势, 空间、金融、航空航天、国防和生命科学等终端应用领域为量子技术应用提供了强大的英国国内市场。(8) 领域交叉优势, 英国在人工智能、高性能计算、空间、电信、工程生物学等领域也具

有较强的研发实力，有助于量子技术与这些领域的融合，进一步提高技术能力和影响力。

二、未来十年愿景、目标和优先行动

（一）未来十年愿景

英国在量子领域的未来十年愿景是到 2033 年让英国成为世界领先的量子技术驱动的经济体，拥有世界领先的量子产业，确保量子技术是英国未来数字基础设施和先进制造基地的重要组成部分，推动经济增长和助力社会繁荣稳定。为了实现这一愿景，英国政府设立了四个主要目标并制定了相应的优先行动，承诺从 2024 年开始十年内投入 25 亿英镑（约 31 亿美元）用于量子技术开发（是量子领域当前公共投资的两倍多），并引入额外的 10 亿英镑（约 12.5 亿美元）的私人投资。

（二）四个主要目标

1. 确保英国在量子科学和工程方面世界领先，不断发展英国量子知识和技能

英国现状	2033 年目标
在量子领域学术产出排名前十的国家中，英国的学术产出在质量和影响力方面排名第三。	到 2033 年，英国的量子科学学术产出在质量方面保持前三，同时增加研究学术产出数量。
2014 年以来，英国已经资助了 470 多名量子技术及相关学科的研究生。	到 2033 年，英国将再资助 1000 名量子及相关学科的研究生。
英国已与美国达成量子合作双边协议。	到 2033 年，以实质性合作工作框架为基础，英国将再与五个在量子领域领先的国家达成双边协议。

2. 支持量子技术商业化，使英国成为量子企业的首选地、全球供应链不可或缺的一部分、全球投资者和人才高地

英国现状	2033 年目标
英国在 2012-2022 年间吸引了约 12% 的全球量子技术公司私募股权投资。	到 2033 年，英国将在量子技术公司的全球私募股权投资中占比 15%。

英国目前在量子技术方面的全球市场份额约为 9%。	到 2033 年，英国在量子技术方面的全球市场份额将提升至 15%。
--------------------------	------------------------------------

3. 推动量子技术在英国的应用，使其促进英国经济发展、社会繁荣以及确保国家安全

英国现状	2033 年目标
25%-33%的企业已经采取具体措施，为量子计算机的问世做准备。	到 2033 年，英国关键领域的所有企业都将意识到量子技术的潜力，75%的企业将采取措施为量子计算机的问世做准备。

4. 建立国家和国际监管框架，支持量子技术创新的同时确保量子技术的使用符合伦理，保障英国的量子能力和国家安全

英国现状	2033 年目标
量子监管和标准框架尚未制定。	到 2033 年，英国将成为制定全球量子标准的领导者。

（三）优先行动

为了实现上述目标，英国《国家量子战略》规定了将要开展的主要活动：

1. 从 2024 年开始的十年内，投资 25 亿英镑（约 31 亿美元）政府资金用于量子研发。

具体包括：（1）在量子技术和科学领域建立一个由研究中心组成的未来网络，确保英国长期成为全球卓越中心。（2）通过加速器项目加快量子技术发展和商业化的步伐。（3）通过以挑战为导向的创新资金，驱动产业界、学术界和政府界的合作，强化量子产业发展。（4）通过研究生、技术专业人员、学徒培训和人才计划，为英国提供量子领域所需的研究人员、创新人员和从业人员。（5）与国际伙伴合作研发项目。（6）投资基础设施以支持量子研究人员和公司。（7）投资基础研究。（8）增加对国家量子计算中心的投资，包括对其设备及量子计算能力的采购，以供企业、研究人员和政府使用。

2. 从今年开始增加对量子技术的投资。

新增资金将用于：(1) 启动 7000 万英镑（约 8779 万美元）的量子计算和 PNT（定位、导航和授时）项目。(2) 投资 1 亿英镑（约 1.25 亿美元）用于继续发展量子计算、量子通信、量子传感/成像/授时等领域的研究中心。(3) 投资 2500 万英镑（约 3135 万美元）用于增加量子研究人员培训。(4) 投资 1500 万英镑（约 1881 万美元）用量子技术的公共采购供公众使用。(5) 投资 2000 万英镑（约 2508 万美元）用于加速量子网络合作研发活动。(6) 投资额外 2000 万英镑（约 2508 万美元）用于通过国家量子计算中心增加活动。(7) 通过新的国际科学伙伴基金加强国际合作。

3. 进一步明确技术人员的重要性，启动量子领域新的博士培训中心和奖学金、量子技能工作组，制定行业安置计划和量子学徒计划。未来两年，这些工作的启动初始额外投资资金为 2500 万英镑（约 3135 万美元），为期两年，进入下一阶段后，资金将持续增加。

4. 积极吸引、留住和投资有意愿来英国的量子专业人才，包括实现全球人才网络的量子人才流动。

5. 委托对量子领域的基础设施需求进行独立审查。

6. 在国内外展示和介绍英国量子公司，发起有针对性的活动以在全球供应链中创造业务、释放资本、扩大英国公司规模。

7. 吸引和支持希望从海外进入英国的量子公司，为它们提供项目和投资机会。

8. 通过量子催化剂基金建立更强大的机制和提高催化剂资金，以加速政府采购，使政府能够成为量子技术的早期用户，未来两年可以提供 1500 万英镑（约 1881 万美元）的初始资金启动催化剂试点，包括用于国家安全目的。

9. 加速国家量子计算中心的工作，以支持英国经济关键部门采用量子计算，为企业、研究人员和其他用户提供机会，让他们就如

何访问量子计算资源进行谈判并探索如何使用。

10. 大幅扩大英国与全球盟友的双边、多边和更广泛的多边论坛伙伴关系，包括在监管和标准方面。

11. 对量子技术监管的未来需求进行监管委员会审查，以使该行业能够创新和增长。

12. 保护量子能力的关键领域，包括通过使用《国家安全投资法案》和出口管制，以及为量子社区提供指导和支持。

13. 在科学、创新和技术部设立量子办公室，以确保重点和推动这一战略的实施，并定期向首相担任主席的国家科学技术委员会报告。

（执笔：于杰平 王丽）

美韩举办首届“供应链和商业对话”部长级会议

2023年4月27日，美韩举办首届“供应链与商业对话（SCCD）”部长级会议，并发表联合声明¹。SCCD旨在加强美国和韩国产业的国际竞争力，以及促进美韩企业间合作。2022年5月21日，美国商务部长与韩国产业通商资源部长官签署谅解备忘录启动SCCD。首届SCCD部长级会议参与者希望美韩通过这一机制加强半导体供应链弹性、在机器人和增材制造领域进行合作、以及加强出口管制方面的合作。

半导体领域，美韩将在三个方面开展合作：（1）继续就政府激励措施和政策的实施进行密切磋商，就美国芯片法案及韩国关于私营部门的激励措施的要求和机会展开讨论，希望能够为美韩企业在美韩半导体生态系统中投资创造有利条件。（2）在SCCD下建立一个讨论论坛，将感兴趣的公私研究机构联系起来，包括两国即将建

¹ <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2023/04/united-states-korea-supply-chain-and-commercial-dialogue-ministerial>

立的国家半导体技术中心、相关产业协会、大学、政府机构、公司等。该论坛将根据美韩双方在半导体行业的优势确定合作机会，包括研发项目。该论坛可能考虑技术演示和人员交流的互利机会，以加强双方企业、大学和研究中心的创新。潜在的合作主题可能出现在先进和下一代半导体，先进封装（包括异构集成），先进材料、零部件和器件等领域。（3）加强全球半导体供应链弹性，并就各自政府的半导体计划和潜在的供应链风险因素进行密切讨论。

出口管制方面，SCCD 下的两用出口管制工作组在 2022 年 11 月和 2023 年 3 月就美韩双方共同关注的出口管制问题进行了有意义的意见交换。未来，为进一步加强双方在出口管制政策方面的合作，双方将在两个方面开展工作：（1）在先进半导体方面紧密合作，实施必要的措施，以确保国家安全同时最大限度地减少对全球半导体供应链的破坏。（2）继续努力与其他盟友协作实施出口管制措施，应对乌克兰局势。

机器人和增材制造方面，双方将在四个方面开展合作：（1）开展活动，如美韩机器人行业、增材制造行业展会，促进双方企业间的相互投资。（2）探索在贸易活动、会议和国际论坛中的合作机会。（3）加强机器人、增材制造标准和认证方面的合作。（4）探索如何促进和创新商业上可行的机器人和增材制造技术。

（执笔：于杰平）

欧盟理事会和欧洲议会就“欧洲芯片法案”达成临时协议

2023 年 4 月 18 日，欧盟理事会宣布已和欧洲议会就《欧洲芯片法案》（Chips Act）达成一致协议¹，该法案主要包括 430 亿欧元（约

¹ <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/04/18/chips-act-council-and-european-parliament-strike-provisional-deal/>

470 亿美元)的半导体产业计划,其目标是到 2030 年将欧洲在全球芯片产量中的份额翻一番(达到 20%)。欧盟理事会和欧洲议会达成的临时协议还需要最终确定、批准,并由这两个机构正式通过。

按照《欧洲芯片法案》,欧盟委员会提出了三条主要行动路线,以实现法案目标:(1)支持大规模技术能力建设的“欧洲芯片倡议(Chips for Europe Initiative)”;(2)通过吸引投资建立确保半导体供应链安全和弹性的合作框架;(3)监测和危机应对系统,以预测供应短缺并在发生危机时提供应对措施。这三大行动将主要通过“芯片联合执行体(Chips Joint Undertaking)”来实施,涵盖欧盟、欧洲成员国和私营部门的公私合作伙伴关系。“欧洲芯片倡议”预计将动员 430 亿欧元的公共和私人投资,其中 330 亿欧元来自欧盟预算。

(执笔:沈湘)

英国宣布与日本建立半导体合作伙伴关系

2023 年 5 月 19 日,英国政府网站(GOV.UK)报道,英国科学、创新和技术部(DSIT)和日本经济产业省(METI)发布声明建立合作伙伴关系¹。这一伙伴关系为英国和日本在半导体技术方面的合作制定了一个雄心勃勃的框架,鼓励英国和日本利用彼此在半导体领域的优势、专业知识和有形基础设施,推动人工智能、电气化、5G 和量子计算等改变世界的数字技术的进步²。该合作伙伴框架旨在:

1. 在彼此优势的领域联合开展半导体研发活动,包括先进芯片设计、芯片制造、先进封装、先进材料和化合物半导体;

2. DSIT 和 METI 探索如何利用各自的研发预算分享专业知识,组织技能交流,开放关键基础设施,如研究或原型设计设施;

¹ <https://www.gov.uk/government/publications/uk-japan-semiconductors-partnership-joint-statement>

²

<http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=be216574d6803e70b5111f5fc9f0beb&recommendId=121976&controlType=>

3. 与业界开展联合活动，启动英日半导体行业对话，促进进一步合作，包括贸易和投资方面的合作；
4. 派遣专家团，促进工业界、学术界和政府之间的交流，为双边项目寻找机会，加强商业联系；
5. 通过双边倡议和共同努力促进国际论坛在半导体领域的合作，共同开展活动，加强半导体供应链的弹性。

（执笔：沈湘）

美日签署教育合作备忘录联合培养量子信息科学和半导体领域人才

2023 年 5 月 20 日，美国国务院宣布和日本文部科学省签署了一份教育领域的合作备忘录，由美国国务卿布林肯和日本文部科学大臣长冈惠子签署¹。在一个联合教育工作组和一项行动计划的支持下，美国和日本将启动年度高级别教育对话。这是美国第一个专门为政策制定者规划教育合作道路的双边平台²。

在美国和日本政府签署备忘录的同时，三家领先的美国科技公司和美日 13 所顶尖大学在量子信息科学和半导体研发方面发起了一系列开创性的合作伙伴关系，将在量子信息科学和半导体领域投资超过 2.1 亿美元。具体包括：（1）IBM 宣布与东京大学、芝加哥大学建立量子计算合作伙伴关系，在未来十年投资 1 亿美元，开发世界上第一台由 10 万个量子比特驱动量子超级计算机。这三家机构还将共同开发新技术，开创以量子计算为核心的全新计算范式。（2）谷歌也宣布与东京大学、芝加哥大学建立量子计算合作伙伴关系，

¹ <https://www.state.gov/memorandum-of-cooperation-in-education-signed-between-the-united-states-and-japan/#:~:text=The%20Memorandum%20of%20Cooperation%20will%20initiate%20an%20annual%20chart%20a%20pathway%20forward%20on%20education%20cooperation>

² <http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uid=a123cbcc3257d67921726ecbeaad67e&recommendId=122005&controlType=>

在未来十年投资 0.5 亿美元开展关键研究，以加快容错量子计算机的开发，促进量子计算商业化，并发展未来所需的劳动力。（3）美国美光科技公司作为日本最大的外国投资者，宣布启动面向未来的美日大学半导体劳动力促进和研发伙伴关系（UPWARDS），未来五年将投资 0.6 亿美元，汇集美国和日本的 11 所大学共同开发领先的半导体课程，为两国培养一支更强大、更高技能的半导体劳动力队伍以推动新兴研究，同时增加半导体课程的学生人数。

（执笔：沈湘）

日本将从 7 月 23 日起限制先进半导体技术出口

据日本经济新闻网 2023 年 5 月 23 日报道¹，日本经济产业省正式公布了《外汇法》法令修正案，将先进芯片制造所需的 23 个品类的半导体设备列入出口管理的管制对象，上述修正案自今年 3 月 31 日披露，并接受了为期一个多月的征求意见之后在 5 月 23 日定稿，并将于 7 月 23 日正式实施。

此次正式公布的出口管制政策与之前披露的版本基本一致，相关举措旨在与美国保持步调一致。被新增列入出口管制设备品类包括：3 项清洗设备、11 项薄膜沉积设备、1 项热处理设备、4 项光刻设备、3 项蚀刻设备、1 项测试设备，包括极紫外（EUV）相关产品的制造设备和三维堆叠存储元件的蚀刻设备等²。

（执笔：沈湘）

¹ <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA233FD0T20C23A5000000/>;

<https://news.mynavi.jp/techplus/article/20230403-2643422/>

² https://www.sohu.com/a/678477762_128469

美加两国将在关键矿产和半导体供应链等多领域推进合作

美国总统拜登于 2023 年 23-24 日对加拿大进行了其上任以来首次访问。2023 年 3 月 24 日，美国白宫发表美加两国联合声明，承诺将在关键矿产、半导体和清洁能源等多领域推进合作¹。美国将利用《通胀削减法案》和《芯片与科学法案》来建立综合供应链，提高北美的竞争力。

在关键矿产方面，美加两国将建立“北美关键矿产供应链”，增加关键矿产产业投资。去年，美国依据《国防生产法案》相关条款，决定向美国和加拿大公司提供 2.5 亿美元资金，用于开采和加工电动汽车和固定型蓄电池的关键矿物。美国政府将在今年春天公布获得投资的美和加拿大公司。加拿大“关键矿产基础设施基金”也将提供 15 亿加元（约 11 亿美元）支持清洁能源和运输基础设施项目，并通过“战略创新基金”再提供 15 亿加元（约 11 亿美元）用于支持先进制造、资源加工和回收。美国和加拿大还更新了《关键矿产合作联合行动计划》；美国国务院、商务部、国防部和能源部以及美国地质调查局将与加拿大合作，加强信息和数据共享，共同促进私营部门的参与以及多边论坛合作。

在半导体方面，美加两国将推进“跨境半导体封装走廊”。作为合作内容的一部分，加拿大和 IBM 将提供重大激励措施，在 IBM 位于加拿大魁北克省布罗蒙（Bromont）的工厂开发新的和扩大封装测试能力。美国还依据《国防生产法案》相关条款，宣布为美国和加拿大公司提供 5000 万美元资金，以进一步加强北美先进封装和印刷电路板的生产能力。加拿大也将从“战略创新基金”中为半导体

¹ <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/03/24/fact-sheet-strengthening-the-united-states-canada-partnership/>

项目提供 2.5 亿加元（约 1.86 亿美元）资金。

在清洁能源方面，美加两国将促进培训和工作机会，并将关键的跨国公司、工会、州政府和省政府以及教育和培训机构组织起来，以增加关键供应链所需的人才库。美国和加拿大将与汽车制造商、电池制造商和劳工组织合作，分享培训机会和跨境证书，以满足北美对电动汽车日益增长的需求。

此外，美加两国还将在应对气候危机和非法移民、安全防御、打击非法药物（毒品）贩运、医疗健康和国际空间站等方面深化合作。

（执笔：沈湘 王丽）

产业洞察

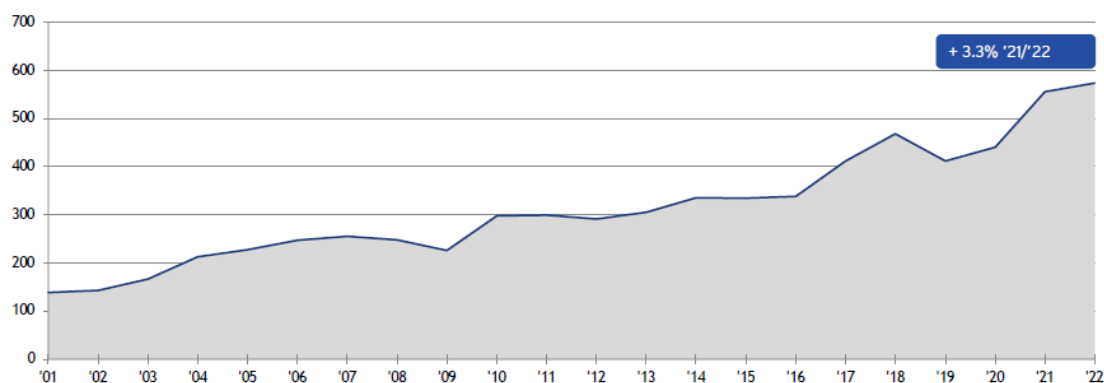
美国 SIA 发布 2023 年 Factbook 白皮书

2023 年 5 月 5 日，美国半导体行业协会（SIA）更新并发布了 2023 年 Factbook 白皮书¹，从产业概况、全球市场、资本支出和研发投入、工作岗位、生产效率五大方面概述了美国半导体产业的年度现状，披露了美国半导体产业的实力和前景，并揭示了全球市场的发展趋势。

一、产业概况

1. 全球半导体产业是全球经济的关键增长领域

全球半导体销售额从 2001 年的 1390 亿美元增加到 2022 年的 5740 亿美元，复合年增长率为 6.67%。根据世界半导体贸易统计（WSTS）2022 年秋季半导体产业预测，预计 2023 年全球半导体产业销售额将达到 5560 亿美元，2024 年将达到 6020 亿美元。（*WSTS，2022 年秋季半导体产业预测）。



Source: World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) and SIA Estimates.

图 1 全球半导体销售额

2. 美国半导体产业拥有近一半的全球市场份额

¹ <https://www.semiconductors.org/the-2023-sia-factbook-your-source-for-semiconductor-industry-data/>

20 世纪 80 年代，美国半导体产业在全球市场份额方面遭受重大损失。在 20 世纪 80 年代早期，美国的生产商占全球半导体销售额的 50% 以上。由于日本企业的激烈竞争和非法“倾销”，以及 1985 年至 1986 年严重的产业衰退影响，美国半导体产业在全球市场上失去了 19 个点的市场份额，并将全球半导体产业市场份额的领先地位让给了日本。此后 10 年里，美国半导体产业开始反弹，1997 年，美国重新获得了领先地位，全球市场份额超过 50%，至今仍保持着领先地位。美国半导体公司在微处理器和其他一系列产品上继续处于领先地位。此外，美国半导体公司在研发、设计和工艺技术方面也保持领先地位。如今，美国半导体公司拥有最大的市场份额，占 48%。其他国家半导体产业占全球市场份额的 7% 到 20% 不等。

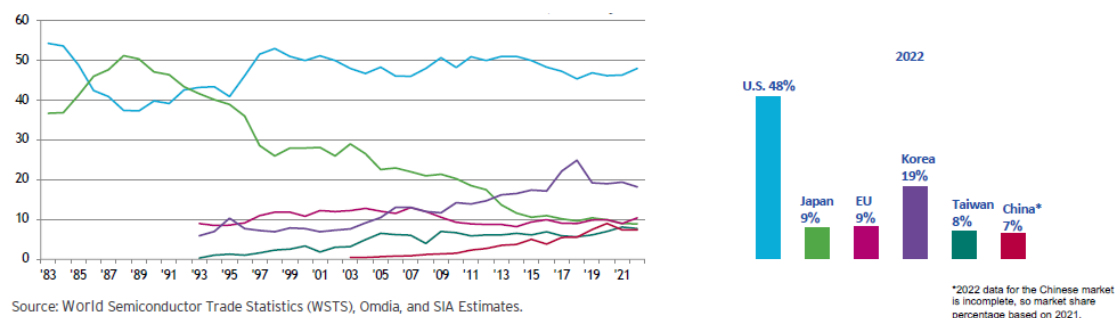


图 2 全球半导体市场份额

3. 美国半导体公司的销售额呈现逐年稳定增长的趋势

总部位于美国的半导体公司，其销售额从 2001 年的 711 亿美元增长到 2022 年的 2750 亿美元，复合年增长率为 6.7%。美国半导体公司的销售额增长也体现了整个产业的周期性波动。

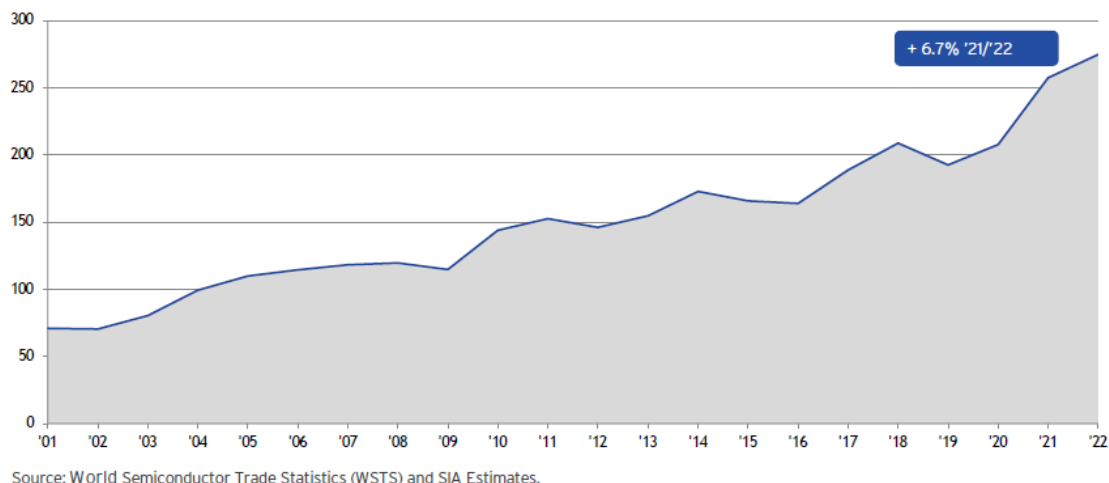
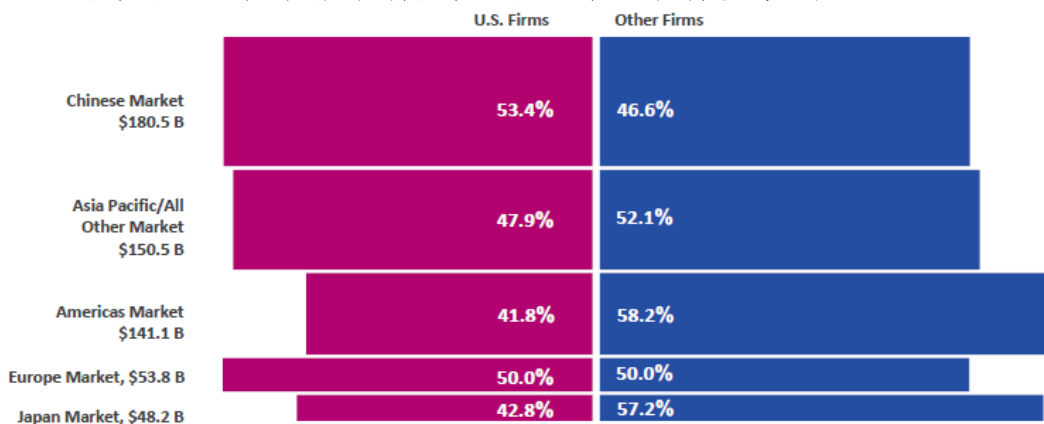


图 3 美国半导体公司销售额趋势

4. 在半导体市场主要区域内，美国公司占有领先地位

2022 年，总部位于美国的半导体公司占据了整个半导体市场的 48.0%，是所有国家半导体产业中最多的。在所有主要国家和地区的半导体市场中，美国公司的销售市场份额保持领先地位。在中国 1805 亿美元的半导体市场，美国公司的市场份额高达 53.4%。



Source: World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) and SIA Estimates.

图 4 美国公司占各国半导体市场的份额

5. 半导体是美国最大的出口产品之一

2022 年，美国半导体出口额为 611 亿美元，在美国出口中排名第五，仅次于成品油、飞机、原油和天然气。半导体在美国所有电子产品出口中所占份额最大。

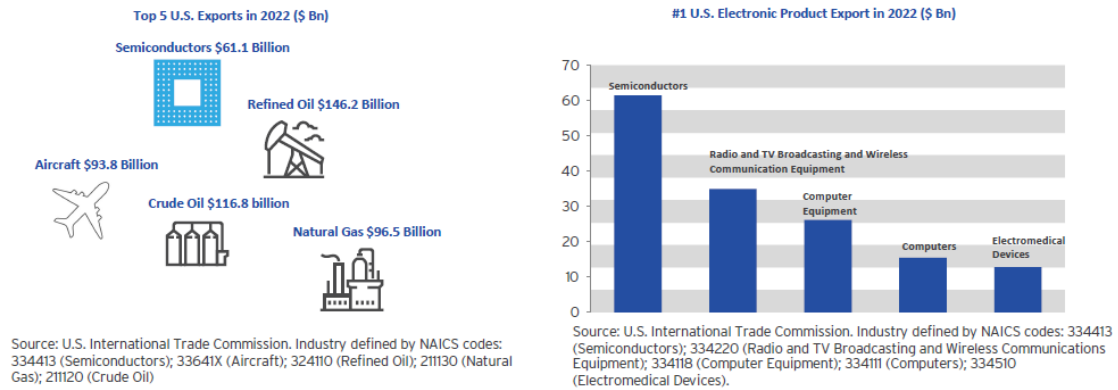


图 5 2022 年美国半导体产品出口情况

二、全球市场

1. 全球半导体销售由消费者最终购买的产品驱动

绝大多数半导体需求是由消费者最终购买的产品驱动的，如笔记本电脑和智能手机。新兴市场消费者的需求越来越多地发挥驱动作用，这些新兴市场包括亚洲、拉丁美洲、东欧和非洲等。

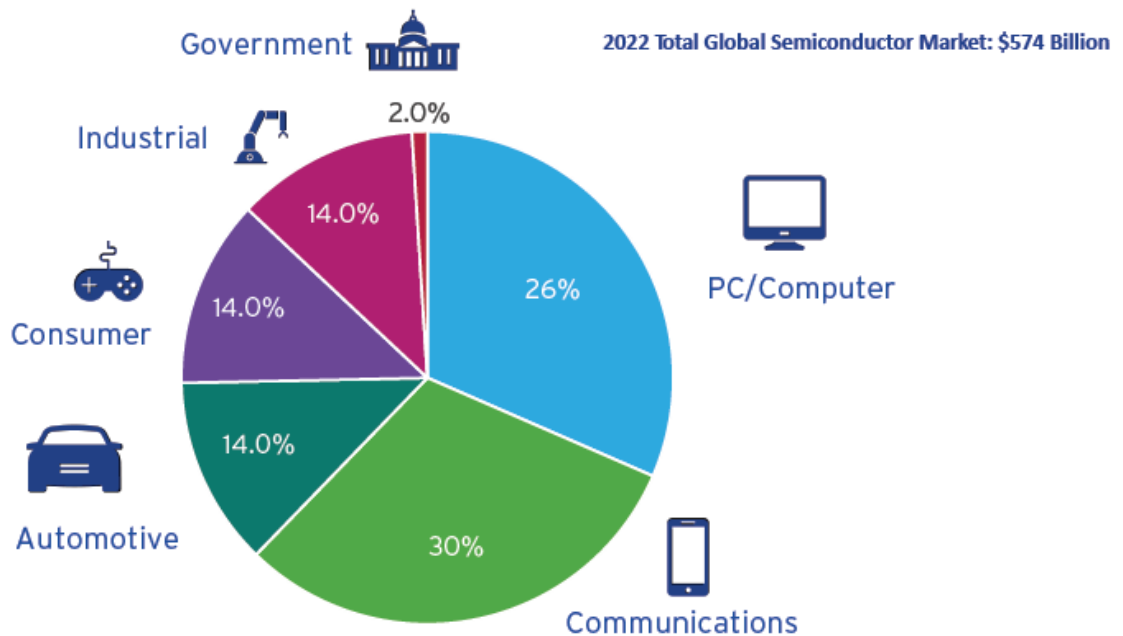


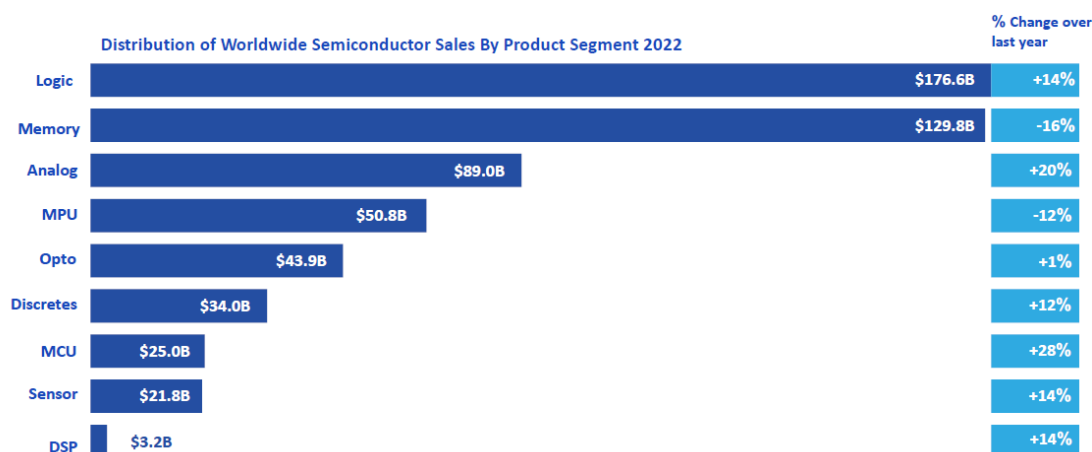
图 6 2022 年全球半导体市场：终端需求分布

2. 全球半导体按产品类型分类的销售情况

随着半导体产业先进产品和工艺技术在终端行业中的应用，半

导体技术得到了迅速发展。近年来，全球半导体产业最大的细分领域是存储器、逻辑器件、模拟器件和微处理器（MPU）。2022 年，这些产品占半导体产业销售额的 78%。

其中，逻辑器件在 2022 年的销售额为 1766 亿美元，同比增长 14%；存储器的销售额为 1298 亿美元，同比下降 16%；模拟器件的销售额为 890 亿美元，同比增长 20%；MPU 的销售额为 508 亿美元，同比下降 12%；光器件的销售额为 439 亿美元，同比增长 1%；分立器件销售额为 340 亿美元，同比增长 12%；微控制器（MCU）的销售额为 250 亿美元，同比增长 28%；传感器的销售额为 218 亿美元，同比增长 14%；数字信号处理器（DSP）的销售额为 32 亿美元，同比增长 14%。



Source: World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) and SIA Estimates.

图 7 2022 年全球半导体市场：产品领域分布

3. 亚太地区是最大的区域半导体市场，中国是最大的单一国家市场

2001 年，随着电子设备生产转移到亚太地区，亚太地区的销售额超过了所有其他区域。自此，亚太地区市场规模成倍增长：从 398 亿美元增长到 2022 年的 3309.4 亿美元。

到目前为止，中国是亚太地区最大的单一国家市场，占亚太地

区市场的 55%，占全球市场的 31%。这些数据仅反映了半导体向电子设备制造商的销售情况，而含有半导体的终端电子产品随后被运往全球各地进行销售。

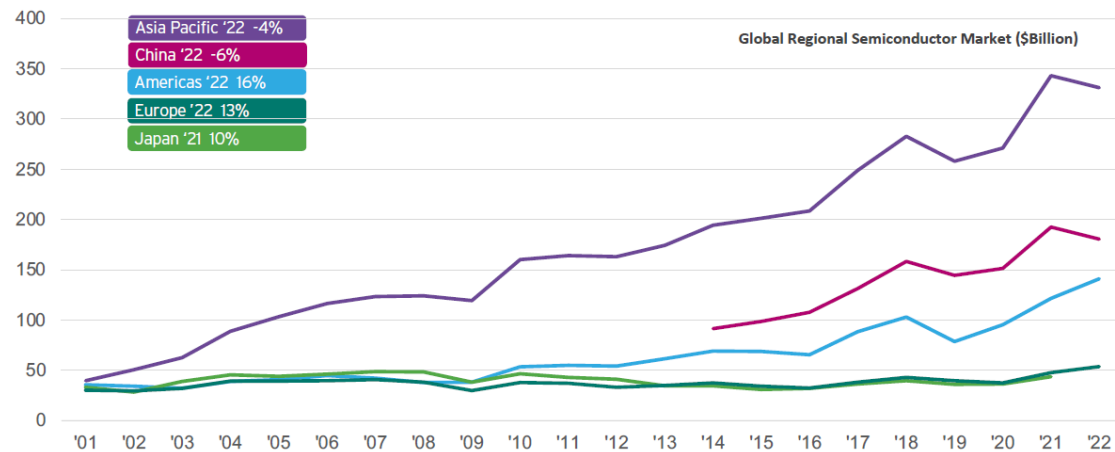


图 8 全球半导体区域市场历年规模

三、资本与研发投入

1. 半导体产业每年在资本和研发方面的总投资水平很高

2022 年，包括无晶圆厂（fabless）半导体公司在内的美国半导体公司的研发和资本支出总额为 1096 亿美元。从 2001 年到 2022 年，复合年增长率约为 6.3%。就销售额而言，投资水平一般不受市场周期性波动的影响。

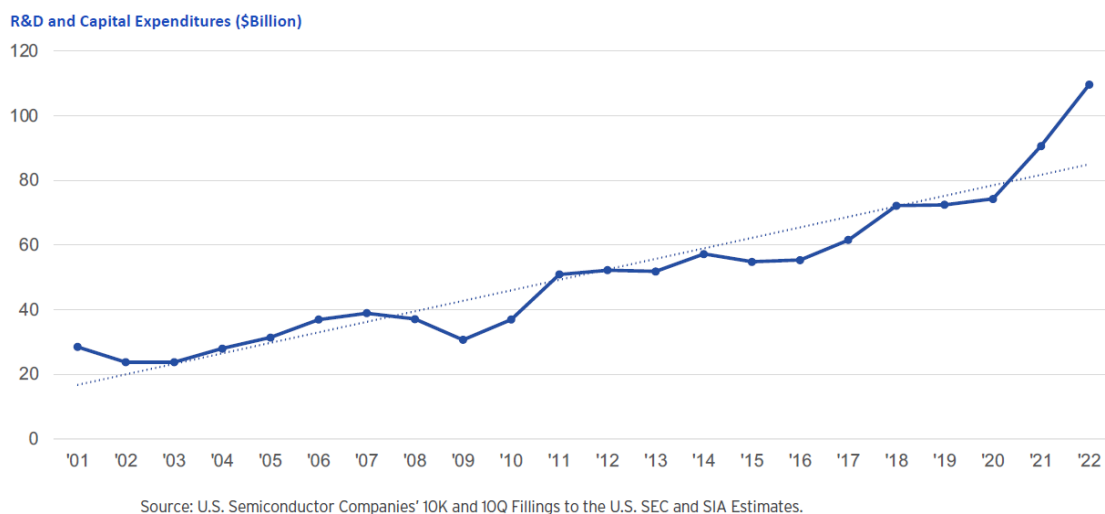


图 9 美国半导体产业研发和资本支出历年情况

2. 资本和研发投资是保持美国半导体产业竞争力的关键

为了在半导体产业保持竞争力，企业必须持续在研发和新工厂及设备上大量投入。行业技术变革的步伐要求公司开发更复杂的设计及工艺技术，并引入能够制造更小尺寸部件的生产设备。公司只有不断地进行投资才能维持设计和生产最先进半导体元件的能力，这种投资往往要占到销售额的 30%。为了保持技术的先进有时会导致一些极端波动，正如 2001 年和 2002 年销售额急剧下降，但研发和基本设备支出并没有以同样的速度下降。

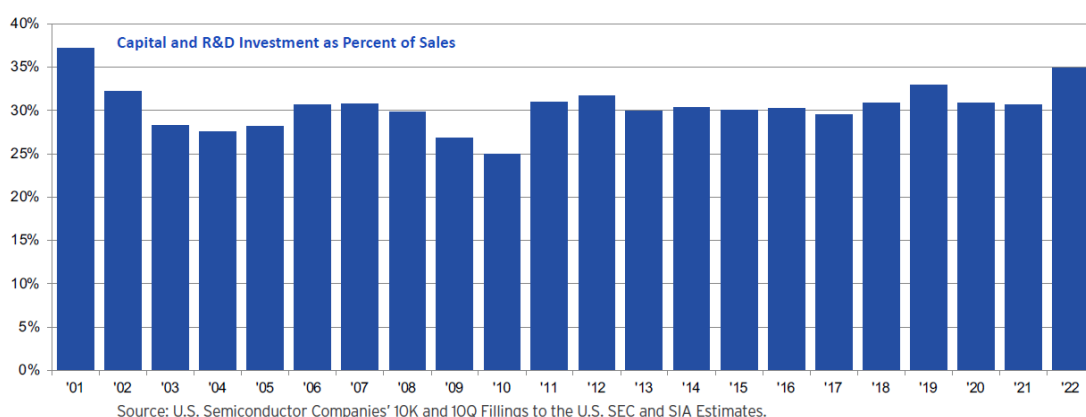


图 10 美国半导体产业历年资本和研发投资占销售额的比例

3. 2022 年人均资本支出和研发投资相比 2021 年降至 20.1 万美元

从 2001 年到 2022 年，人均总投资（以研发、新工厂和设备的总额衡量）以每年约 4.2% 的速度增长。人均总投资在 2001 年超过 10 万美元，但在 2001 年经济衰退后有所下降、2003 年下降到约 9.1 万美元，2006 年恢复到 10 万美元以上。2008-2009 年的经济衰退导致人均总投资在 2009 年和 2010 年下降，但在 2012 年恢复增长，2022 年为 20.1 万美元，相比 2021 年有所下降。

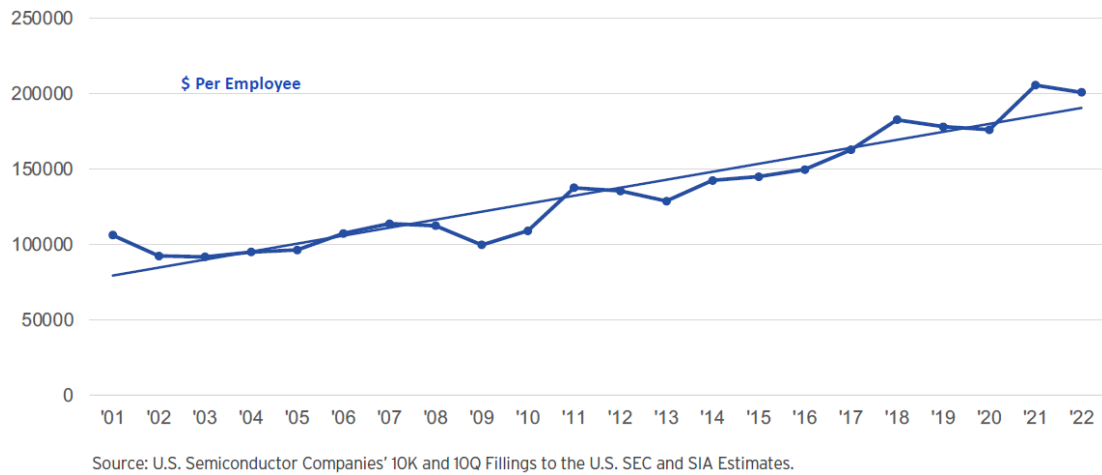


图 11 美国半导体产业人均总投资历年情况

4. 美国半导体产业的研发支出一直很高，反映出研发对半导体生产的内在重要性

从 2001 年到 2022 年，美国半导体产业研发支出的复合年增长率约为 7%。无论年销售周期如何，美国半导体公司的研发支出一直居高不下，这反映了投资半导体研发对半导体生产的重要性。2022 年，美国半导体产业的研发投资总额达到 588 亿美元。

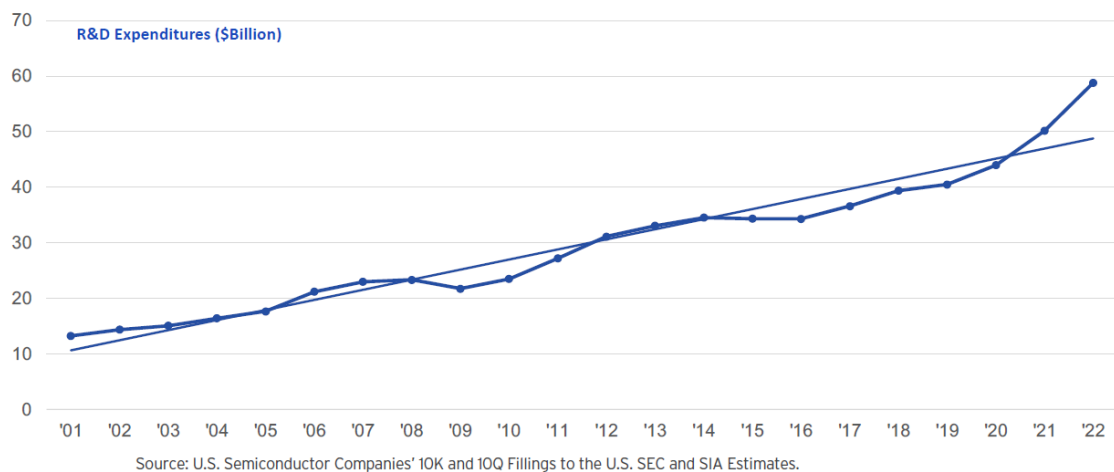


图 12 美国半导体产业研发支出情况

5. 过去 20 年中，年度研发支出占销售额的百分比超过了 15%，是美国研发支出比例最高的产业之一

过去的 20 年中，年度研发支出占销售额的比例已经超过了 15%。这一比例在美国主要制造业产业中是前所未有的。研发支出对半导

体公司的竞争地位至关重要。技术的快速变革要求在工艺技术和设备能力方面不断进步。尽管经济不景气，2001 年和 2002 年的研发增长得益于该行业对未来技术的承诺。2003-2004 年和 2020-2021 年的下降并不是由于研发预算的削减，而是因为行业复苏强于预期，收入增长快于预期。

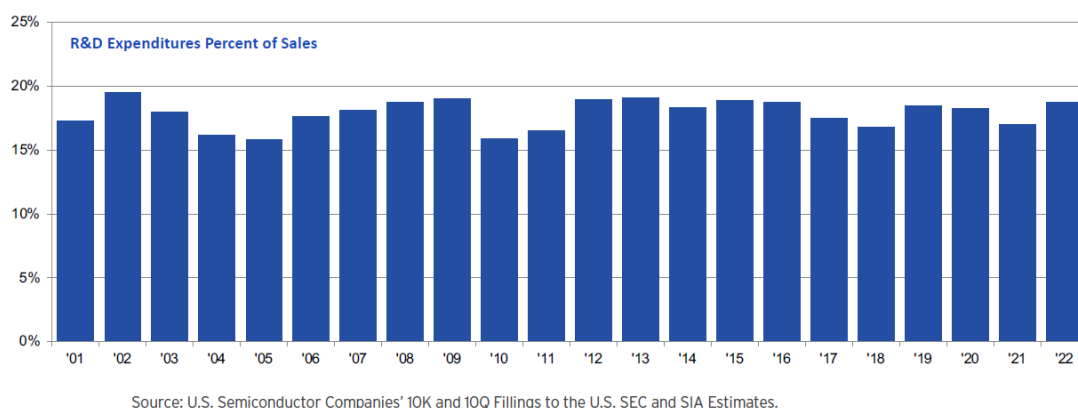


图 13 美国半导体产业历年研发支出占销售额的比例

6. 美国半导体产业的研发支出水平处于领先行列

美国半导体产业的研发支出在主要高科技产业中位居前列。基于《2022 年欧盟工业研发投资记分牌》数据，就研发支出占销售额的百分比而言，美国半导体产业仅次于美国制药和生物技术产业。数据显示，2022 年美国半导体的研发投入占销售额的比例为 18.75%。

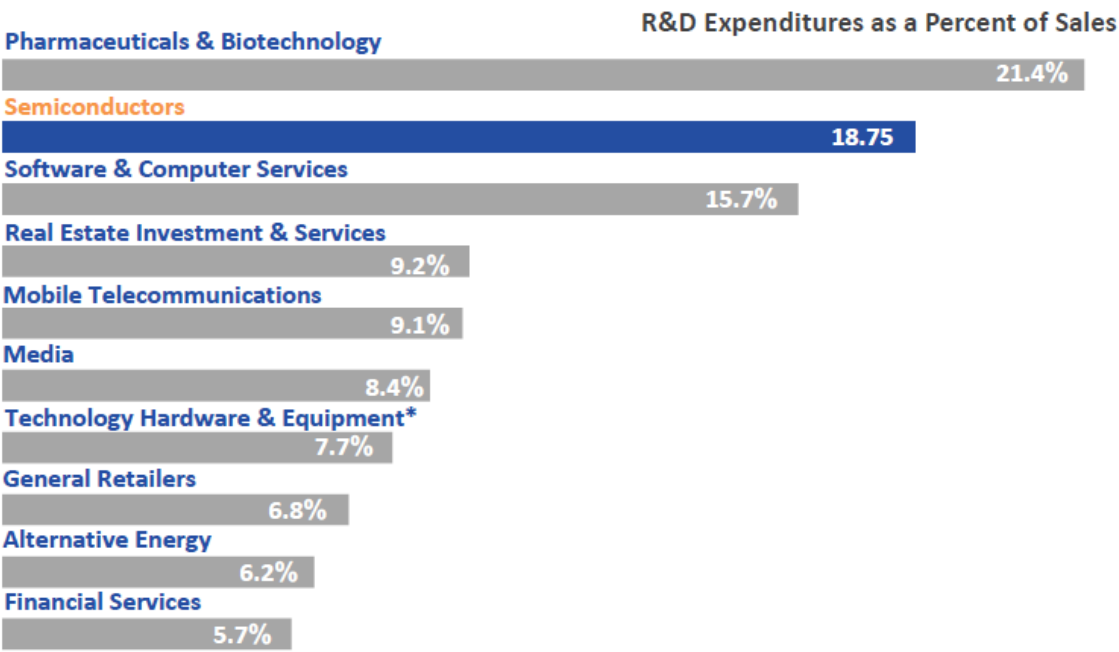


图 14 2022 年美国主要科技产业的研发支出情况

7. 美国半导体产业研发支出占销售额的比例比其他国家都要高

美国半导体产业的研发支出占销售额的比例是其他国家半导体产业无法比拟的。在半导体产业的研发支出占销售额的比例方面，美国为 18.75%，欧洲为 15.0%、中国台湾地区为 11.0%、韩国为 9.1%、日本为 8.3%、中国大陆地区为 7.6%。

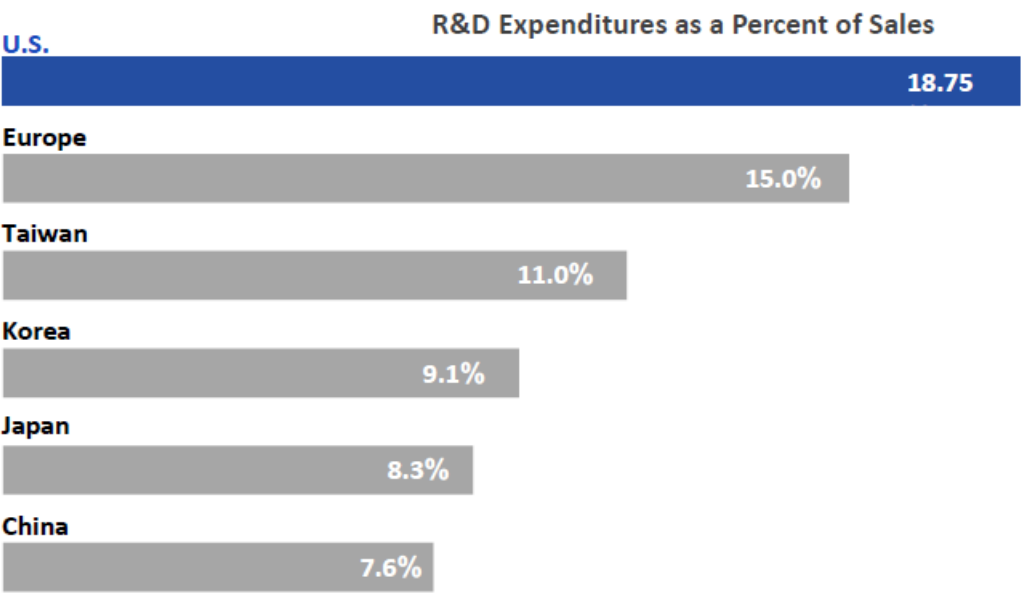


图 15 美国半导体产业研发支出与其他国家/地区对比分析

8. 美国半导体产业的资本密集程度很高，资本设备的年度支出占销售额的比例很高

2022 年美国半导体产业的资本支出总额为 507 亿美元。由于 1999-2001 年期间主要新设施的完工和晶圆代工厂的使用，资本支出比在 2001-2003 年有所下降。2004 年出现反弹，随后在 2005 年进入稳定状态。2009 年由于全球经济衰退导致资本支出大幅下滑，2011 年反弹至 237 亿美元。2022 年，随着芯片制造商提高产能以满足半导体需求的激增，资本支出超过 500 亿美元。

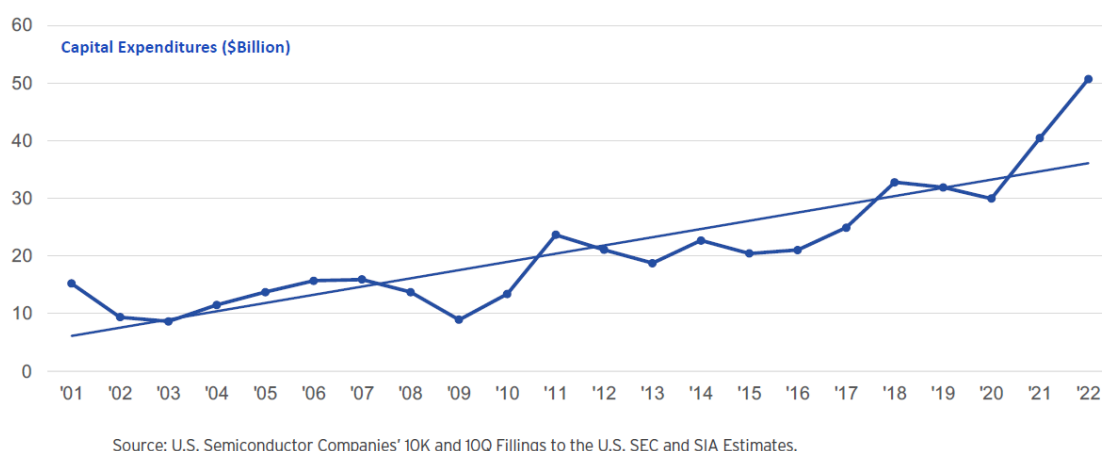


图 16 美国半导体产业历年总资本支出情况

9. 过去 20 年中，美国半导体产业年度平均资本支出占销售额的比例在 10%-15% 之间，2022 年首次超过 15%

在过去 20 年中，除 2009 和 2010 年外，年度资本支出占销售额的百分比皆超过 10%。在美国的主要制造业中，这一比例非常高。对于半导体制造商而言，资本支出对其竞争地位至关重要。工业创新的快速步伐需要大量的资本支出以持续生产更多的先进器件。

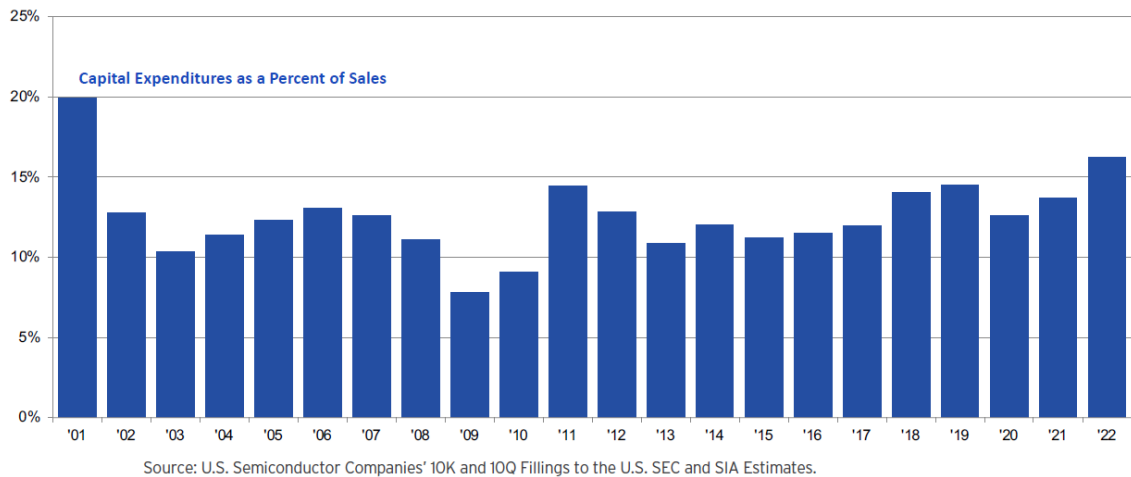


图 17 美国半导体产业历年资本支出占销售额的比例

四、美国就业情况

美国半导体产业的直接就业岗位约占美国的四分之一，美国半导体产业的 1 个直接就业岗位还支撑了约 5.7 个间接就业岗位。目前，美国半导体产业有 30.7 个万直接就业岗位以及 170 多万万个的间接就业岗位。

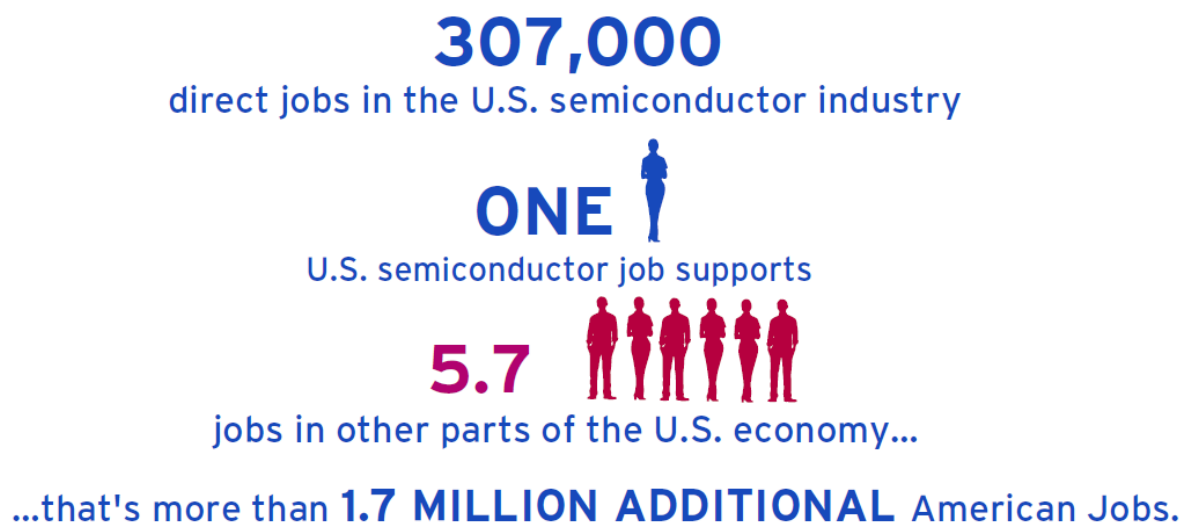


图 18 美国半导体产业从业人员及就业机会

五、美国生产力

过去 20 年中，美国半导体公司的生产力迅速提高。自 2001 年以来，美国半导体产业的劳动生产率翻了一番多。这些生产率的提高是通过保持高资本投资水平和研发支出率来实现的。2022 年，美国

半导体产业人均销售额超过 60.7 万美元。

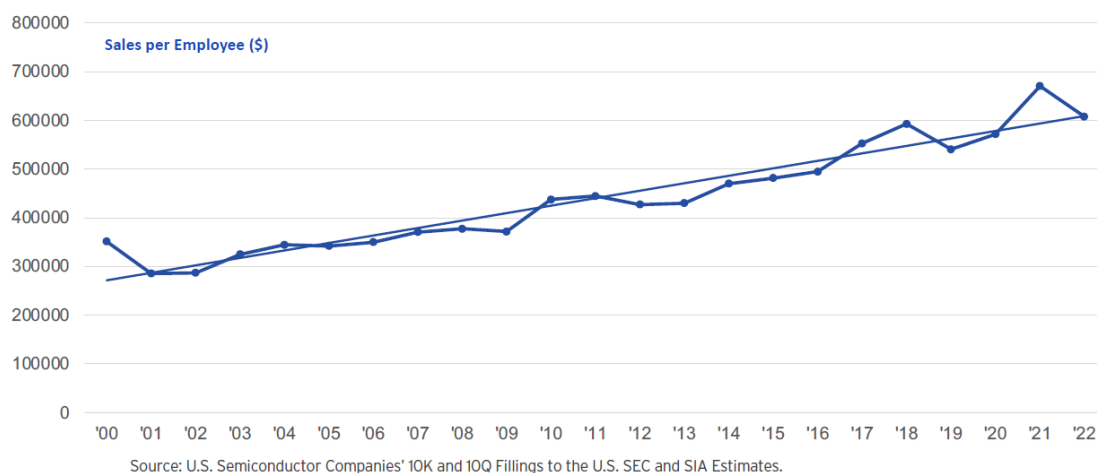


图 19 美国半导体产业历年人均销售额情况

(执笔：沈湘 于杰平 王丽)

IDTechEx 发布《先进半导体封装：趋势和增长动力》报告

2023 年 5 月 15 日，著名市场咨询公司 IDTechEx 发布《先进半导体封装：趋势和增长动力》报告¹。

报告指出，由于摩尔定律的放缓以及单片硅集成电路开发和制造成本的上升，先进的半导体封装技术至关重要²。最初组件是在印刷电路板（PCB）上单独封装和集成的，但随着设备变得更小，需要更高的处理能力，组件集成需要超越 PCB。封装级集成是第一个进步，其次是晶圆级集成，它提供了至少十倍的互连密度、更小的尺寸和更卓越的性能。晶圆级集成包括扇入型封装、核心扇出型封装、高密度扇出封装、2.5D IC 封装和 3D IC 封装技术。然而，只有那些凸点间距（Bump Pitch）尺寸小于 100 μm 的半导体封装技术才

¹ <https://www.idtechex.com/en/research-article/advanced-semiconductor-packaging-trends-and-growth-drivers/29313>

² <http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=93aa7bd2147a628c86abc7735ba50905&recommendId=121627&controlType=>

被认为是“先进”的半导体封装工艺。这包括高密度扇出封装、2.5D IC 封装和 3D IC 封装技术。

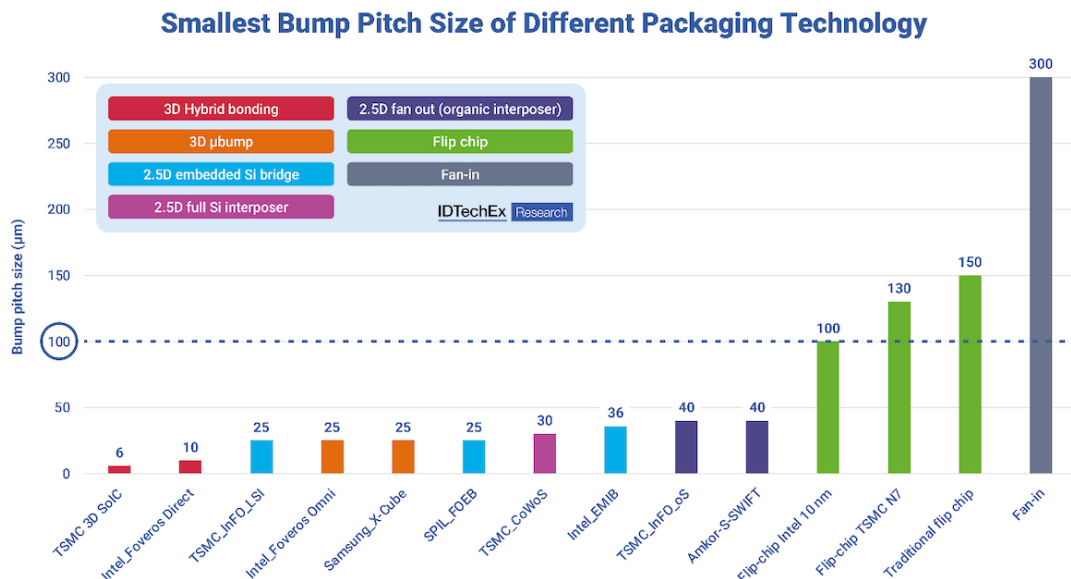


图 1 不同公司提供的封装技术的最小凸点间距（源自 IDTechEx）

从 2.5D 混合集成到完全 3D 垂直集成的转变对于未来以数据为中心的应用至关重要。从 2.5D 转向 3D 的主要挑战是缩小凸点间距的尺寸。在 2.5D IC 封装中，凸点间距大小在 25 μm 到 40 μm 之间，具体取决于中介层材料。然而，对于 3D 堆叠封装，凸点间距必须缩小到 10 μm 以下，甚至低至 1 μm 以下。台积电报告显示，堆叠 N7/N6 芯片的凸点间距为 9 μm，堆叠 N5 芯片的凸点间距为 6 μm。N3 芯片堆叠的凸点间距预计将进一步降至 4.5 μm，未来几代堆叠集成电路的凸点间距将继续缩小。堆叠具有小凸点间距尺寸的两个芯片是一个重大挑战，因为必须在低温下实现介电材料的高精度对准和键合。还有必要对 Cu 填充材料进行适当控制，以防止在键合过程中溢出。此外，热管理成为小凸点间距尺寸封装的一个关键问题，需要考虑能够实现更好的热传输和可能的液体冷却技术的封装设计。

IDTechEx 确定了先进半导体封装的四个主要应用领域：高性能计算（HPC）应用/数据中心、通信网络、自动驾驶汽车和消费电子产品。对数据处理日益增长的需求是这些应用领域增长的主要驱动

力。然而，每种应用都有特定要求，需要不同的先进半导体封装技术。对于 HPC 应用/数据中心，首要任务是提供卓越的数据处理能力，使用硅中介层或硅桥的 2.5D IC 技术成为首选，尽管其成本高。智能手机或智能手表等消费电子产品注重小型化和成本，基于有机封装技术是首选。在 5G 和其他通信领域，关键挑战是传输损耗，封装天线（Antenna-in-package, AiP）是目前 5G 毫米波最可行的选择，而片上天线（Antenna on chip/wafer, AoP）仍在紧张开发中，AoP 可以降低成本。对于未来的自动驾驶汽车来说，CPU 和其他组件的异构集成，如 HBM 和可靠的电力输送系统，将为先进的半导体封装和创新创造新的机会。

（执笔：沈湘 王丽）

美国智库发布《成熟制程芯片的战略重要性》

2023 年 3 月，美国战略与国际研究中心（CSIS）发布《成熟制程芯片的战略重要性》报告¹。报告指出，2020 年末出现的芯片短缺使美国意识到最先进的半导体已不在美国制造，这是美国的一个战略漏洞。但另一方面引发关注的是，芯片短缺主要是由于成熟制程芯片（Legacy Chips）供应不足造成的；虽然美国公司继续生产这种类型的芯片，但是数量不足以满足国内器件制造商的需求。报告讨论了成熟制程芯片的定义和用途，分析了美国成熟制程芯片短缺对美国汽车行业的影响以及导致美国成熟制程芯片短缺的原因。报告认为，成熟制程芯片供应不足对美国经济造成了重大破坏，促使美国更深入地审视成熟制程芯片的战略意义。

一、成熟制程芯片的定义及用途

美国 2022 年《芯片和科学法案》将成熟制程器件定义为采用 28

¹ <https://www.csis.org/analysis/strategic-importance-legacy-chips>; <https://www.jstor.org/stable/resrep47450>

纳米或以上制程技术生产的器件，并要求美商务部为其他类型的芯片制定精确的定义。尖端芯片（Cutting-edge Chips）的官方定义也尚未形成，但可以假定适用于 5 纳米或以下的工艺节点。高度先进的 10 纳米和 7 纳米芯片处于定义的灰色地带，还有待美国商务部将其归类。

成熟制程芯片无处不在。虽然尖端芯片或微处理器在关键技术中有着广泛应用，但成熟制程芯片普遍用于汽车、飞机、家电、宽带、消费电子、工厂自动化系统、军事系统和医疗设备等的生产制造。这些设备在美国制造业经济中发挥着核心作用，这意味着成熟制程芯片的供应中断会对美国制造业和下游经济活动产生负面影响。

成熟制程芯片并不是过时技术，会不断地针对新的需求和应用进行创新改进。例如，使用碳化硅半导体，有望在经济脱碳中发挥重要作用。成熟制程芯片在未来很长一段时间内还将与新兴产业和技术保持高度关联。

因此，在晶体管尺寸方面将成熟制程芯片与尖端芯片区分开来，可能会限制对成熟制程芯片的战略和经济重要性的理解。2022 年 10 月，美商务部出台的限制中国先进芯片制造的出口管制，进一步印证了这一重大战略缺陷。这种失策使中国有机会在主流芯片方面继续创新。

如果美国要保护其经济免受中国产业政策的影响，政策制定者不能纯粹根据芯片组件的大小将芯片分为“先进”或“不太先进”，而必须更仔细地思考特定成熟制程芯片的重要性以及支持其生产和持续创新的政策。

二、美国成熟制程芯片短缺对美国汽车行业的影响

目前对成熟制程芯片的广泛认知是由新冠疫情期间的芯片短缺所引发的。尽管当时产能利用率达到历史最高水平，但美国本土产能仍无法满足国内需求。2022 年初，美国商务部调查发现企业最严

重短缺的不是尖端芯片，而是 40 纳米或以上制程的成熟制程芯片。成熟制程芯片仍是当前美国 and 全球主要生产的芯片类型。

2022 年美国芯片产量有所增长，但市场现在面临某些类型芯片的供应过剩，而汽车芯片仍然面临短缺问题。用于汽车行业的芯片必须具备“汽车级”功能，相比于先进的消费电子产品芯片，需要更加强大以及接近“零缺陷”的性能。因此，成熟制程芯片占汽车行业芯片消费总量的 95%，乃至“缺芯”对汽车行业的冲击最大。

汽车级成熟制程芯片的短缺始于 2020 年，削弱了美国的汽车生产。在 2021 年初至 2022 年间，北美汽车制造商因无法获得足够的芯片部件而被迫减产 430 万辆汽车。同时，可用芯片的价格也大幅上涨，加剧了通货膨胀。例如，从 2020 年秋季到 2021 年秋季，普通微控制器的单位价格翻了五倍。

随着汽车行业的创新发展，芯片已成为汽车最基本的零部件，且单车芯片数量不断增长。2017 年至 2021 年间，每辆汽车的平均芯片数量翻了一番，达到约 1700 个。随着汽车和卡车融入新的安全功能和自动驾驶功能，这一数字还会继续增加。据 Gartner 预测，全球汽车芯片市场的总价值将从 2020 年的 387 亿美元增长到 2030 年的 1166 亿美元，复合年增长率为 11.7%。然而，汽车芯片所依赖的成熟制程芯片产能仅以每年约 2% 的速度增长。即使不考虑周期性供应问题，汽车芯片的产量也根本跟不上。

三、美国成熟制程芯片短缺的原因

1. 投资和产能不足。近几年来，对成熟制程芯片制造能力的投资一直远远落后于需求。就汽车行业来说，投资不足在模拟器件方面尤为突出。全球最大的模拟芯片制造商意法半导体公司预测，其积压的汽车芯片订单将“在 2023 年前持续超过现有和预期的制造产能”。对于美国来说，其芯片行业正在丧失生产某些类型成熟制程芯片的能力。这并不是因为技术障碍的问题，而是因为较老的晶圆

厂正在关闭而没有出现相应的替代工厂。考虑到“旧”工艺设备不易获得且投资回报率不高，企业不愿对成熟制程晶圆厂进行投资，进而引发产能的减少。面对汽车行业芯片需求的迅速增长，芯片短缺问题陷入僵局。

2. 来自中国的风险。 中国对成熟制程芯片的大量投资可能导致中国在全球成熟制程生产中占据主导地位，这给美国带来了风险。鉴于西方对中国先进芯片的技术管控，中国的大多数新投资将可能用于生产成熟制程（28 纳米及以上）芯片。如果中国能够获得必要的制造设备，预计未来 10 年中国的晶圆装机容量将增加近一倍，达到全球芯片装机容量的 19% 左右。美国半导体行业协会（SIA）的分析指出，“中国 EDA 公司的成熟制程芯片设计能力越来越强，中国国内设备公司有望在未来几年为成熟制程节点（40/28 纳米）生产提供强大的能力。”

四、报告结论

展望未来，成熟制程芯片对于现代经济运行的重要性只会继续增长。保持一个强大而有弹性的成熟制程芯片的供应基础，使其能够进行投资，可以生产并不断改进以迈向更先进节点，将对国家的竞争力和经济安全至关重要。此外，先进制程芯片的创新预计将成为各种新兴技术的基础，例如欧美战略必争的绿色能源技术，将需要更先进、更高节点的芯片。

（执笔：沈湘 王丽）

前沿研究

北京大学等研制出基于超大规模集成硅基光子学的图论光量子计算芯片

图论是数学和计算机科学的一个重要分支，可以用来描述被研究对象间的复杂关系¹。图论为量子力学器件和系统的建模提供了一种强有力的数学工具。与标准量子光子框架不同，图论可基于非线性光子对源和线性光学电路，描述不同的量子组件、器件、设置和系统。然而，使用传统技术实现图论量子光子硬件在实验上仍极具挑战性。

北京大学与中国科学院微电子研究所、浙江大学、丹麦科技大学等研究团队联合攻关，克服了大规模光量子芯片设计、加工、调控和测量的诸多难题，研发出超大规模集成硅基光量子芯片的晶圆级加工和量子调控技术，制造出一款集成了约 2500 个元器件的超大规模集成硅基光子学的图论光量子芯片——“博雅一号”，首次实现了片上多光子高维度量子纠缠态的制备与调控，演示了基于图论的可任意编程玻色取样专用型量子计算²。

¹ http://www.e-chinaedu.cn/html/edunews/2023/xinxihua_0415/99509.shtml

² Jueming Bao, Zhaorong Fu, Tanumoy Pramanik, et al. Very-large-scale integrated quantum graph photonics[J]. Nature Photonics, 2023. <https://www.nature.com/articles/s41566-023-01187-z>

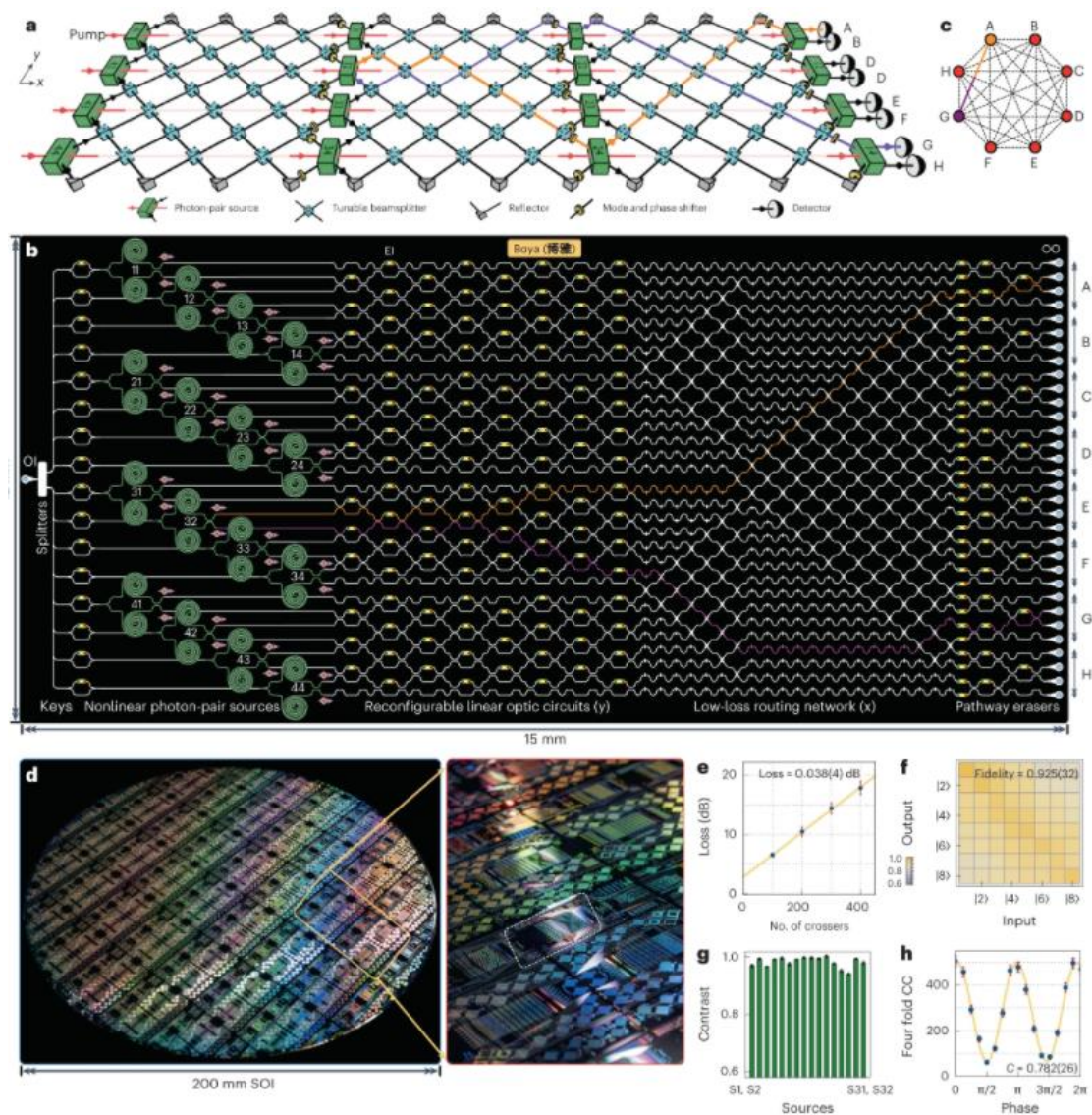


图 1 超大规模图论量子光子器件示意图

该团队设计的图论光量子芯片结构示意图如图 1 所示，该光量子芯片可与复数图一一对应，图的边对应关联光子对源，顶点对应光子源到探测器的路径，芯片输出的光子符合计数对应于图的完美匹配数。路径，边的振幅、相位均通过片上器件任意设置、顶点间的边连接方式通过线性可重构网络进行编程设置。通过多路径/多过程量子信息抹除的方式，实现了图论光量子芯片的全局量子相干性。通过编程该光量子芯片可任意重构八顶点无向复图，可执行与图对应的量子信息处理和量子计算任务。

(执笔：沈湘)

中科院物理所等首次在二维铋结构中发现全新单质铁电性

近年来，二维铁电材料是神经形态突触器件领域的新兴研究内容。在传统认知中，由于原子的同质性，单质材料似乎难以产生铁电极化¹。中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心表面物理国家重点实验室与新加坡国立大学、浙江大学合作，在类黑磷结构的二维铋（BP-Bi）中发现了全新的单质铁电态，打破了关于铁电性的传统认知²。

科研人员在具有石墨表面上生长制备了高质量的单层 BP-Bi 样品，由于石墨表面与 BP-Bi 之间存在较弱的范德华相互作用，使得 BP-Bi 能保持本征特性，便于后续原子级物性表征和调控。研究利用 qPlus 原子力显微镜对 BP-Bi 进行实空间成像，并结合开尔文探针显微镜（KPFM）测量，分别确定了 BP-Bi 的翘曲原子构型以及子晶格之间的电荷重整化，从而证实了单层 BP-Bi 存在面内有序电偶极矩排列。

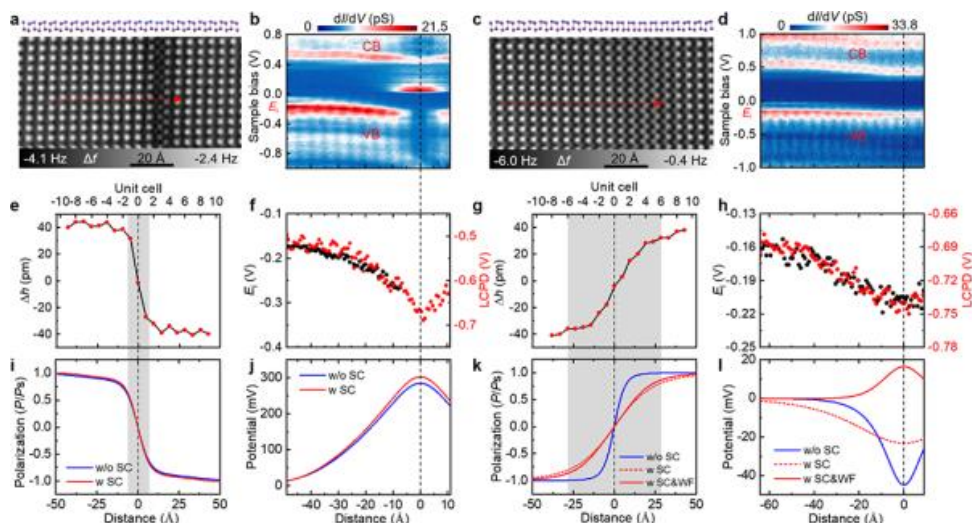


图 1 BP-Bi 中两种典型铁电畴的行为

¹ https://www.cas.cn/zkyzs/2023/04/390/kjyz/202304/t20230411_4883630.shtml

² Jian Gou, Hua Bai, Xuanlin Zhang, et al. Two-dimensional ferroelectricity in a single-element bismuth monolayer [J]. Nature, 2023, 617:67–72. <https://www.nature.com/articles/s41586-023-05848-5>

该工作首次在实验中展示了二维铋结构中的单质离子性、单质面内极化和单质铁电性，改变了离子极化仅存在于带有阳离子和阴离子化合物中的传统观念，拓展了未来铁电材料的研究范围。单质铁电极化的发现为单质材料的基本物性研究增加了新的切入角度，为新型铁电材料的研究和设计提供了新视角，并启发了未来单质材料中新物理的发现和研究。

（执笔：沈湘）

美国宾夕法尼亚大学开发出后端兼容的铁电场效应晶体管

垂直堆叠、密集、高效和紧密集成的存算一体架构因可克服数据存储和处理瓶颈而备受关注。与传统计算存储器体系结构相比，在前道（Front End Of Line, FEOL）工艺直接垂直堆叠存储器阵列可以在面密度和能效方面提供巨大优势并降低延迟。在单个处理单元级别上，这种方案需要快速、可靠和低能耗的非易失性存储器（Non-Volatile Memory, NVM）且容易实现晶体管集成，从而推动了与后道工艺（Back End Of Line, BEOL）兼容的材料和设备的需求。因此，NVM 器件和硅基 CMOS 逻辑器件的单片式三维（Monolithic Three-Dimensional, M3D）集成是可行的技术路径¹。

随着 $\text{Hf}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$ （HZO）等铁电材料不断发展，铁电场效应晶体管（Ferroelectric Field-Effect Transistor, FE-FET）因其可进行无损读取操作的特性，被视为 M3D 集成中最有前途、最紧凑、最节能的 NVM 候选者之一。

美国宾夕法尼亚大学的研究团队利用二硫化钼（ MoS_2 ）沟道和

¹

<http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=29df59877e0fbfce51de420d6ae139ee&recommendId=122170&controlType=>

铝钪氮 (AlScN) 铁电材料, 通过晶圆级可扩展工艺制备了后端兼容的铁电场效应晶体管 (FE-FETs)¹。在约 80nm 沟道长度下, 实验展示了记忆窗口大于 7.8V、开关比大于 10^7 、导通电流密度大于 $250 \mu\text{A}/\mu\text{m}$ 的超大阵列铁电场效应晶体管, 研究显示其稳定性可长达 10 年。该研究成果为二维半导体存储器与硅基 CMOS 逻辑器件的三维异质集成技术开辟了一条新道路。

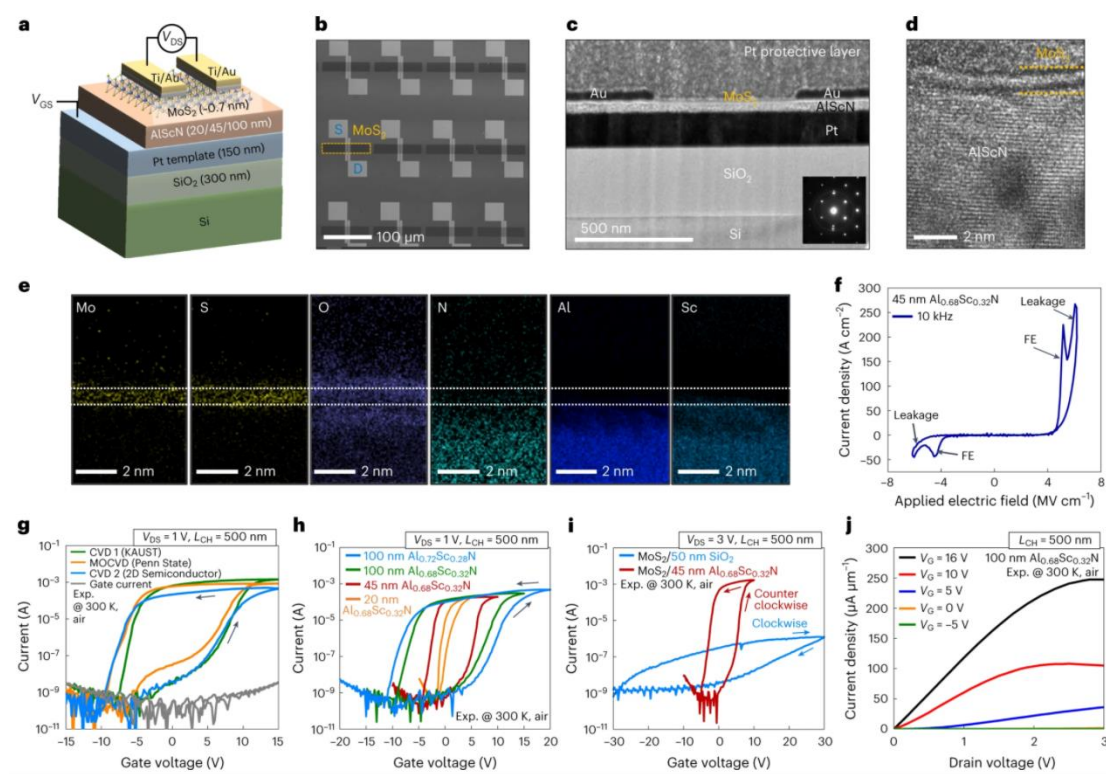


图 1 AlScN/MoS₂ FE-FET 器件结构、电学特性和 AlScN 的铁电特性

(执笔: 沈湘)

中国科学技术大学构建出基于铌酸锂芯片的上转换单光子探测器

在过去十年里, 光子集成芯片被广泛地应用于量子信息研究。

¹ Kwan-Ho Kim, Seyong Oh, Merrilyn Mercy Adzo Fiagbenu, et al. Scalable CMOS back-end-of-line-compatible AlScN/two-dimensional channel ferroelectric field-effect transistors, Nature Nanotechnology, 2023.
<https://www.nature.com/articles/s41565-023-01399-y>

在绝缘体上半导体材料中，铌酸锂绝缘体（Lithium Niobate On Insulator, LNOI）由于其宽阻带、杰出的光电性能、高光学非线性效率等特性而深受青睐。在芯片尺寸的量子信息应用中，LNOI 上的低噪声量子频率转换器至关重要，但迄今为止尚未探索。同时，虽然量子频率转换（Quantum Frequency Conversion, QFC）已经在量子信息研究中得到了广泛的应用，但超高噪声会破坏量子状态，使单光子级别 QFC 难以实现¹。

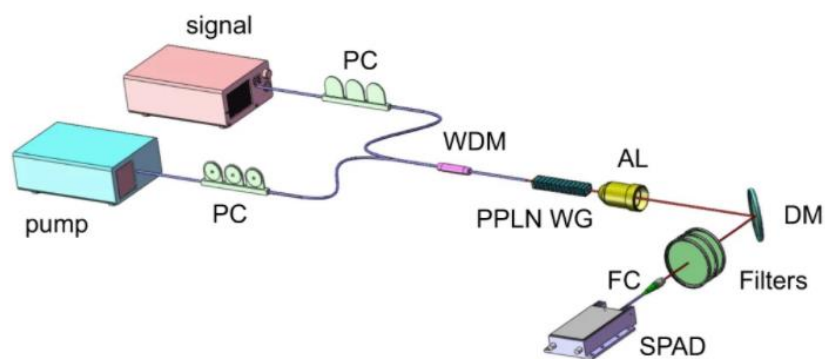
中国科学技术大学潘建伟院士研究团队设计并制造了一个应用于 LNOI 芯片上的低噪声的 QFC 纳米光波导器件，由此构建了一个上转换单光子探测器²。纳米光波导器件采用 1950 纳米单频激光泵浦，将通信波段的单光子上转换到近可见光波段，实现了 73% 的内部转换效率和 900 cps 的芯片内计数率（NCR）。通过比较通信波段引发的单光子源在经过 QFC 前后的二阶关联特性，验证了 LNOI 平台上的量子态保持。研究团队构建的上转换单光子探测器，平均探测效率（Average Detection Efficiency, ADE）为 8.7%，NCR 为 300 cps，证明了基于 LNOI 芯片的上转换单光子探测器的可行性。该研究成果有望在量子信息的铌酸锂集成电路中得到广泛应用。

¹

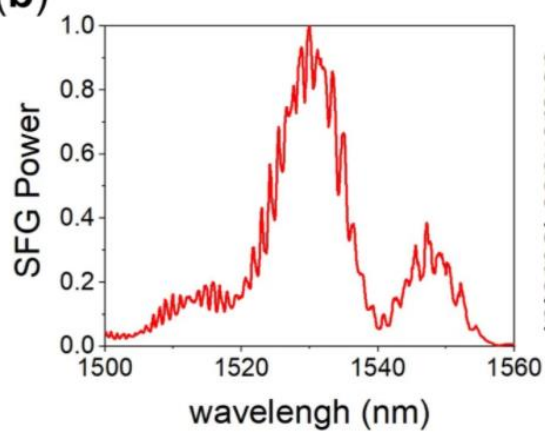
<http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=02d0ac0dcf8016a4f1225ccb0256f09c&recommendId=122171&controlType=>

² Xina Wang, Xufeng Jiao, Bin Wang, et al. Quantum frequency conversion and single-photon detection with lithium niobate nanophotonic chips[J]. npj Quantum Information, 2023, 9, Article number: 38. <https://www.nature.com/articles/s41534-023-00704-w>

(a)



(b)



(c)

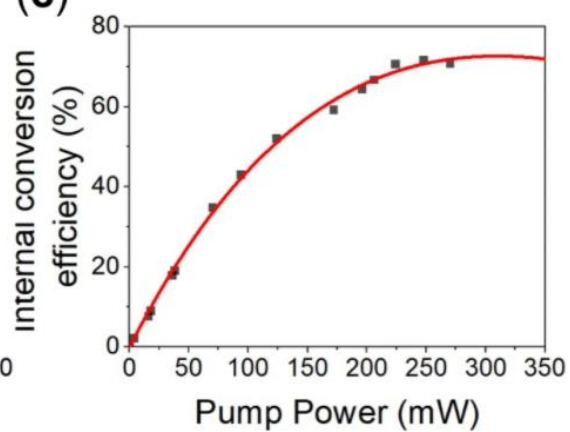


图 1 芯片的频率转换性能

(执笔：沈湘)

产业动态

ASML 将与埃因霍温理工大学合作建立新研究中心

2023 年 4 月 24 日，荷兰领先半导体设备制造商 ASML 宣布将与埃因霍温理工大学合作，双方预计投资数亿欧元在埃因霍温理工大学建造一个新研究中心，为约 500 名研究人员提供空间（包括来自 ASML 的数百名研究人员）¹。该举措也宣告 ASML 与埃因霍温理工大学的长期合作关系进入了新阶段。

ASML 和埃因霍温理工大学签署了谅解备忘录，共同制定等离子体物理、人工智能、机械电子学和半导体光刻等领域的十年战略研究路线图。埃因霍温理工大学和 ASML 将在联合项目上进行同等投资。

ASML 在全球光刻设备市场占据主导地位，但面对紧张的国际半导体劳动力市场，ASML 也一直在努力寻找半导体人才。该项目每年将培养 40 名博士，埃因霍温理工大学将为此招聘国际知名的顶尖科学人才；ASML 也将在这些领域提供顶尖工程师作为兼职教师，并增加实习机会。

新研究中心还将创建一个最先进的洁净室并包含一个开放式研究实验室，其分析和生产设备可供埃因霍温理工大学、其他研究中心和工业合作伙伴使用，以此促进光子学、量子计算、纳米材料和芯片制造等学术研究工作。

（执笔：沈湘）

¹ <https://www.asml.com/en/news/press-releases/2023/asml-and-tue-strengthen-longstanding-collaboration>

三星电子公司将在日本建立先进封装研发中心

据英国每周电子报 2023 年 5 月 15 日援引日经新闻报道，韩国三星电子公司将在日本现有的研发基地横滨新建一个半导体芯片开发设施，以提高其技术优势，并促进与日本芯片公司的合作¹。该项目将获得日本政府通过的“芯片法案”的配套补贴，预计耗资超过 300 亿日元（合 2.2 亿美元），其中日本政府可能提供超过 100 亿日元（约 0.74 亿美元）的补贴。据报道，新工厂将专注于芯片生产的后端，包括堆叠多层晶圆以提高性能和功能²。

对韩国来说，日本仍然是芯片制造设备和材料的重要来源国。三星电子公司希望利用日本在芯片材料和设备方面的专业知识和资源，在先进封装领域取得突破。新工厂将雇佣数百名工人，预计在 2025 年开始运营。

该投资计划遵循了美国、中国台湾地区、韩国和日本之间的“Chip 4”联盟倡议，旨在将中国排除在全球芯片供应链之外。

随着日本在 Rapidus 投资约 400 亿美元，在 IBM 和 IMEC 的帮助下获得 200 万项技术，日本再次被视为先进半导体工艺技术的重要参与者。而 IC 行业越来越重视使用小芯片作为进一步集成的途径，这使得合作对日本芯片行业的复兴至关重要。

（执笔：沈湘）

美光科技公司将 EUV 技术输出给日本以推动下一代存储器制造

2023 年 5 月 17 日，美国美光科技公司（Micron Technology Inc.）

¹ <https://www.electronicshweekly.com/news/business/samsung-to-build-packaging-development-centre-in-japan-2023-05/#respond>

² <http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=7587fdd800151bc8e9d82dd79fb1ad6e&recommendId=121631&controlType=>

表示，未来几年将在日本政府的支持下，投资 5000 亿日元（约合 37 亿美元）向日本输出极紫外（EUV）光刻技术制造 1-gamma（1γ）节点的下一代动态随机存取存储器（DRAM），实现下一波端到端技术创新，如生成式人工智能应用¹。日本广岛晶圆厂在美光科技公司的 1γ 节点开发中发挥着关键作用。美光科技公司将成为第一家将 EUV 光刻技术输出给日本进行生产的半导体公司，并预计从 2025 年起在中国台湾和日本的 1γ 节点上增加 EUV 的生产，用于 1γ 节点的 DRAM 芯片生产²。

1γ 节点是在美光科技公司业界先进的 1β 节点产品开发后推出的。美光科技公司于 2022 年 11 月开始向移动制造商运送 1β 节点样品，现已开始向亚洲、美国 and 欧洲的工业、汽车和消费者客户运送广岛制造的基于 1β 节点的 LPDDR5X 存储器，为人工智能、智能汽车和虚拟现实提供低功耗和高性能。

这是日本为加强国内半导体生产而采取的最新措施，也是 G7 成员国加强合作确保半导体供应链的稳定和安全的重要举措。日本经济产业省商务和信息政策局表示，美光是唯一在日本生产 DRAM 的公司，不仅对全球 DRAM 行业，而且对日本不断发展的半导体生态系统都至关重要。

（执笔：沈湘）

英特尔芯片代工部门宣布与 Arm 在 18A 工艺系统级芯片设计方面达成合作

2023 年 4 月 12 日，英特尔宣布其芯片代工服务事业部（IFS）

¹ <https://investors.micron.com/news-releases/news-release-details/micron-bring-euv-technology-japan-advancing-next-generation>

² <http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=589a7feb41a772266cedd6ca4fa8e82b&recommendId=121980&controlType=>

与英国 ARM 公司达成合作，使芯片设计人员能够基于英特尔的 18A 工艺打造低功耗的系统级芯片（SoC）¹。

此次合作将首先专注于移动 SoC 设计，随后可能扩展到汽车、物联网、数据中心、航空航天和政府应用等领域。Arm 的客户在设计下一代移动 SoC 时，将会受益于英特尔领先的 18A 工艺技术。Intel 18A 技术提供了新的突破性晶体管技术以提高功率和性能：PowerVia 可实现功率传输的最佳化，RibbonFET GAA 晶体管架构可实现性能和功率的最佳化²。

英特尔强大的制造能力也将使用户受益。作为英特尔 IDM 2.0 战略的一部分，该公司正在全球范围内投资先进制造工艺，包括在美国和欧盟进行大规模扩张，以满足对芯片的持续长期需求。此次合作将为在基于 ARM 的 CPU 内核上从事移动 SoC 设计的代工客户提供更加平衡的全球供应链支持。

（执笔：沈湘）

英国激光器研发公司 Vector Photonics 推进 1 瓦全半导体 PCSEL 激光器商业化进程

据欧洲电子新闻网 2023 年 4 月 24 日报道，英国激光器研发公司 Vector Photonics 表示，基于其目前在数据通信全半导体光子晶体表面发射激光器的商业化工作，在英国 ZEUS 工业研究项目获得 100 万英镑，以推进其面向人工智能芯片应用的 1W PCSEL 的商业化进程³。该公司声称，该 PCSEL 的光功率将至少是现有 DFB 激光器的十倍，目前分布式反馈激光器（Distributed Feedback Laser, DFB）最大

¹ <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/intel-foundry-arm-announce-multigeneration-collaboration-leading-edge-soc-design.html>

²

<http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=7766943edfd42dc2fca1fe1745c20397&recommendId=121632&controlType=>

³ <https://www.eenewseurope.com/en/1m-project-for-1w-pcsl-for-ai/>

工作功率为 100 mW¹。虽然目前的 AI 芯片可以使用多个 DFB 激光器来实现具有合适光功率的单个数据传输通道，但 Zeus 资助 Vector Photonics 公司开发的 PCSEL，每个芯片提供多达 20 个数据通道。

Zeus 资助 Vector Photonics 公司开发的 PCSEL 项目研发周期为 24 个月，涵盖用于 AI 芯片的 1W PCSEL 的设计、模拟、制造和测试，是一项合作基金项目，包括由 Innovate UK 出资 70 万英镑（约合 87 万美元）、英国创新与科学种子基金出资 30 万英镑（约合 37 万美元）。

（执笔：沈湘）

美国应用材料公司宣布投资 40 亿美元在硅谷新建芯片研究中心

2023 年 5 月 22 日，美国半导体设备制造商应用材料公司（Applied Materials）宣布：投资 40 亿美元在硅谷中心地带建立一个新的研究中心“设备和工艺创新与商业化（EPIC）”，旨在促进全球半导体和计算行业所需基础技术的开发和商业化²。

这将是世界上最大、最先进的半导体工艺技术和制造设备研发基地，包含面积超过 18 万平方英尺（三个美式足球场）的最先进洁净室，用于与芯片制造商、大学和生态系统合作伙伴进行合作创新³。新 EPIC 中心旨在加速制造创新的引入，缩短行业将技术从概念到商业化所需的时间，同时提高创新的商业成功率和整个半导体生态系统的研发投资回报。新 EPIC 中心还将促进学术研究商业化和加强未

¹

<http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=930a2179c129abae364819ebf22220f6&recommendId=120261&controlType=>

² <https://ir.appliedmaterials.com/news-releases/news-release-details/applied-materials-launches-multibillion-dollar-rd-platform>

³

<http://portal.nstl.gov.cn/choiceness/getChoicenessDetail.htm?serverId=14&uuid=b73b85daf749dc06f1edae7ee12f7c3b&recommendId=122073&controlType=>

来半导体行业人才渠道，大学研究人员可以在研究中心与行业专业人员一起开展研究。

为了创建该研究中心，应用材料公司预计在未来七年内进行总额高达 40 亿美元的增量资本投资。新研究中心预计将于 2026 年初完工，并在启动后第一个十年内承担应用材料公司约 250 亿美元的研发工作。应用材料公司的实际投资规模将取决于其是否通过《芯片和科学法案》的规定获得美国政府的支持。新研究中心预计在建设期间将雇佣 1500 名建筑工人，在硅谷创造 2000 个新的工程师岗位以及 11000 个其他工作岗位，并与未来的美国国家半导体技术中心开展合作。

（执笔：沈湘）

《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

