

# 天堂之芯

## INTEGRATED CIRCUIT NEWS

国家“芯火”双创基地（平台）  
国家集成电路设计杭州产业化基地 | 孵化器  
浙江省集成电路设计与测试产业创新服务综合体  
浙江省集成电路设计公共技术平台  
浙江省半导体行业协会



# 杭州国家芯火双创基地

National Xinhuo Platform of Hangzhou for Innovation and Entrepreneurship



杭州国家集成电路设计产业化基地有限公司  
杭州国家集成电路设计企业孵化器有限公司

## 引领芯发展 助力芯腾飞

杭州国家“芯火”双创基地(平台)是由国家工信部于2018年3月批复,依托杭州国家集成电路设计产业化基地建设的国家“芯火”平台。平台以产业共性需求为牵引,以公共技术服务为核心,充分整合产业链资源,推动形成“芯片-软件-整机-系统-信息服务”的生态体系,着力提升区域集成电路产业的核心竞争力,推进我国集成电路核心关键技术的自主创新,引导电子信息产业向价值链高端发展。

### 1 平台服务



**01 EDA**  
提供Siemens EDA, Cadence和行芯科技等公司的EDA软件服务。

**02 流片**  
提供台积电、中芯国际、华虹宏力、华润上华、Foundries等流片一站式服务。

**03 封测**  
提供集成电路测试程序开发、晶圆测试、成品测试、失效分析、芯片封装等服务。

**04 IP**  
IP设计、验证、测试和集成服务,支持企业进行产业化和应用。

**公共技术服务**

### 2 平台资质

**国家集成电路设计杭州产业化基地**  
National Integrated Circuit Design Industrialization Base (Hangzhou)  
中华人民共和国科学技术部

**浙江省中小企业公共服务示范平台**  
Zhejiang Public Service Platform for Small and Medium-sized Enterprises  
浙江省经济和信息化厅

**浙江省集成电路设计公共技术平台**  
Zhejiang Public Technology Platform for Integrated Circuit Design  
浙江省科学技术厅

**国家集成电路人才培养基地 杭州培训中心**  
National Integrated Circuit Talents Training Base (Hangzhou)  
中华人民共和国教育部  
中华人民共和国科学技术部

**浙江省集成电路设计与测试 产业创新服务综合体**  
Zhejiang Integrated Circuit Design and Testing Industry Innovative Service Complex  
浙江省科学技术厅

**浙江省集成电路产业技术联盟 常务副理事长单位**  
Zhejiang Integrated Circuit Industry Technology Alliance Executive Vice President Corporation  
浙江省集成电路产业技术联盟

**面向半导体芯片领域的产业技术 基础公共服务平台**  
Public Service Platform for Semiconductor Industry Technology  
中华人民共和国工业和信息化部

**杭州国家芯火双创基地(平台)**  
National Xinhuo Platform for Innovation and Entrepreneurship (Hangzhou)  
中华人民共和国工业和信息化部

# 目录

## CONTENTS

### • 芯动态

- ▲杭州国家“芯火”双创基地(平台)亮相IDAS 2025 — 01
- ▲芯火大讲堂第十五期—集成电路企业2025年度享受增值税加计抵减政策申报解读活动成功举办 — 02
- ▲2025助力芯生态,激活新动能——国产EDA工具免费试用活动来了 — 03

### • 芯企业

- ▲浙江晶瑞:首条12英寸碳化硅衬底加工中试线正式通线 — 04
- ▲浙江南芯:新建先进半导体芯片项目,正式开工 — 05
- ▲湃邦(浙江):半导体光刻胶项目在海宁投产 — 06
- ▲富加镓业:突破6英寸VB法氧化镓单晶制备技术 — 07
- ▲镓仁半导体:8英寸氧化镓衬底质量检测结果国际领先 — 08
- ▲甬强科技:六年磨一剑,做芯片的“高速公路设计师” — 09
- ▲晶能与芯迈半导体签约战略合作 — 11
- ▲行芯科技:国产EDA公司如何赢得市场 — 11
- ▲国测量子:完成超亿元A+轮融资,系国产芯片原子钟厂商 — 15
- ▲东脉电子:正式递表港交所,拟募资扩产及技术升级 — 16

### • 芯资讯

- ▲工信部:前7个月我国集成电路设计收入2511亿元 同比增长18.5% — 18
- ▲2025年全球集成电路产业综合竞争力百强城市白皮书 — 19
- ▲中国发布全球首颗全频6G芯片 — 24
- ▲国产模拟芯片迎来升维关键时刻 — 31
- ▲市场开始对碳化硅“刮目相看” — 33
- ▲国产半导体设备,冰火两重天 — 36
- ▲AI时代,建设一座未来晶圆厂要多少钱? — 39
- ▲AI革命EDA,短板在哪里? — 42
- ▲全球首款HBM4芯片,开始量产! — 45
- ▲华为首次公布昇腾芯片新路线图 — 47
- ▲RISC-V SOC出货量预计将达到47%的复合年增长率 — 48
- ▲NVIDIA创下GPU市场新纪录 — 50
- ▲Imec宣布High NA EUV光刻技术重大突破 — 52

### • 芯政策

- ▲商务部公告2025年第27号 公布对原产于美国的进口相关模拟芯片发起反倾销立案调查 — 53
- ▲浙江省经济和信息化厅关于组织开展2025年浙江省企业技术中心认定工作的通知 — 56
- ▲关于征集2024年度拱墅区科技研发投入补助项目的通知 — 57

### • 芯观点

- ▲清华大学魏少军:人工智能芯片发展需要颠覆性思维 — 58
- ▲龙芯中科胡伟武:2025年绝大多数阅兵装备都跳动着“中国芯” — 60
- ▲阿里吴泳铭:AGI不是AI发展终点,ASI才是 — 61

### • 芯伙伴

- 浙江省半导体行业协会 — 63

\*免责声明:

《天堂之芯》杂志转载的文章内容系作者个人观点,仅为传达不同的观点,不代表本杂志对该观点的态度。

## 杭州国家“芯火”双创基地（平台）亮相 IDAS 2025



2025年9月15日-16日，第三届设计自动化产业峰会 IDAS 2025 (Intelligent Design Automation Summit 2025) 在杭州国际博览中心举办。

本次峰会以“锐进”为主题，秉承“开放创新、合作发展、互利共赢”的宗旨，致力于构建一个面向 EDA 及集成电路上下游的高端交流合作平台。峰会围绕产业趋势洞察、关键技术创新、多元化成果和应用实践、产业合作交流以及多元化新生态的构建等方面展开深入研讨。

峰会涵盖 2 场主论坛、12 场专题论坛，并设有专题展览、人才专区及用户大会。500+ 集成电路产业上下游领先企业、2500+ 参会者、200+ 专家学者出席本次峰会，众多行业领袖齐聚一堂，开展深度交流与思想碰撞，共同探讨产业发展之路，为电子设计自动化领域的发展擘画新篇章。



活动现场，浙江大学教授、杭州国家“芯火”双创基地（平台）总经理丁勇作了题为《后摩尔时代我国集成电路产业发展机遇与挑战》的主题演讲。丁勇教授展示了一系列集成电路产业关键数据，并指出后摩尔时代存在四大机遇：2.5D/3D 先进封装、RISC-V 开放架构、AI 与 IC 交叉赋能、成熟制程潜力挖掘。此外，浙江作为区域产业标杆，2024 年集成电路产业同比增长迅猛，形成“特色工艺精、支撑业强、民营经济挑大梁”的产业特色，为全国 IC 产业突围提供“浙江经验”。浙江省也十分重视 EDA 产业发展，孵化诞生了众多 EDA 企业，欢迎全球集成电路上下游产业伙伴落户浙江。

展区现场，杭州国家“芯火”双创基地（平台）积极参展，全方位展示了平台在公共技术服务、人才培养、“芯



机联动”、企业孵化等公共服务体系。通过整合各方优质资源，平台充分发挥自身优势，为企业提供全方位专业化服务，助力企业发展壮大，为区域集成电路产业发展注入强大动力。

## 芯火大讲堂第十五期—集成电路企业2025年度享受增值税加计抵减政策申报解读活动成功举办

# 芯火大讲堂第十五期

集成电路企业2025年度  
享受增值税加计抵减政策申报解读

主讲：金晓玲 浙江省半导体行业协会 高级顾问

主办单位：

杭州国家“芯火”双创基地（平台）

浙江省半导体行业协会

浙江省集成电路设计与测试产业创新服务综合体

杭州国家集成电路设计产业化基地

杭州国家集成电路设计企业孵化器

为充分做好2025年度享受增值税加计抵减政策的集成电路企业核查准备工作，浙江省半导体行业协会联合杭州国家“芯火”双创基地（平台）于2025年9月23日成功举办“芯火大讲堂”第十五期活动。

本期活动以“集成电路企业2025年度增值税加计抵减政策申报解读”为主题，通过腾讯会议网络直播的形式，吸引了近百名集成电路企业相关人员参加。本次活动旨在指导符合申报条件的企业提前准备申报材料，优化申报流程，切实解决企业在申报过程中可能遇到的难题。

### 解读依据、申报对象、申报时间及窗口

- ◆ 依据《财政部 税务总局关于集成电路企业增值税加计抵减政策通知》（财税【2023】17号）、《关于2025年度享受增值税加计抵减政策的集成电路企业清单制定工作有关要求的通知》（工信部联电子函【2025】234号）。
- ◆ 申报对象：在中国境内（不包括港澳台地区）依法设立并具有独立法人资格的企业，涵盖集成电路设计、生产、封测、装备、材料企业，且为增值税一般纳税人，不分所有制性质，均可申报。
- ◆ 申报时间：2025年9月25日至9月30日、10月9日至10月14日（国庆中秋长假期间申报系统关闭）。
- ◆ 申报窗口：在信息填报系统（<https://ic-tax.ccidthinktank.com/>）中提交申请，按照系统要求填报企业情况和材料。经初核后须要将申报材料生成纸质文件加盖企业公章，连同必要佐证材料（电子版、纸质版）报送浙江省经济和信息化厅。

进行清晰阐释，提升企业申报政策的工作效率。

杭州国家“芯火”双创基地（平台）一直致力于推动集成电路产业的发展，为企业提供服务、政策解读、技术交流、产业对接、人才培养等全方位服务。下一步，杭州国家“芯火”双创基地（平台）将继续发挥桥梁纽带作用，加强资源整合，提升服务效能，为浙江省集成电路产业高质量发展提供更有力的支撑。

活动邀请了浙江省半导体行业协会高级顾问金晓玲进行专题讲解。金老师在集成电路行业深耕多年，积累了丰富的政策申报、材料审核和专家评审经验。她结合过往政策申报关键环节的实战经验，围绕优惠政策、政策管理、核查依据、申请程序及企业条件、材料准备、网上填报说明等六大板块，进行了深入且细致的解读。在讲解过程中，金老师耐心为企业答疑解惑，针对申报材料中的专业术语以及申报操作中的常见问题，逐一

## 2025助力芯生态，激活新动能——国产EDA工具免费试用活动来了



2025 | 国产EDA工具 免费试用

助力芯生态  
激活芯动能

扫一扫，申请免费试用  
体验国产EDA设计生态

主办单位  
(排名不分先后)

上海市集成电路行业协会 江苏省半导体行业协会  
浙江省半导体行业协会 安徽省半导体行业协会

支持单位  
(排名不分先后)

上海国家芯火双创基地 上海集成电路技术与产业促进中心  
南京国家芯火双创基地 南京集成电路产业服务中心有限公司  
合肥国家芯火双创基地 合肥市微电子研究院有限公司  
无锡国家芯火双创基地 无锡国家集成电路设计基地有限公司  
杭州国家芯火双创基地 杭州国家集成电路设计产业化基地有限公司  
南京市集成电路行业协会  
张家港市集成电路产业发展有限公司

国产 EDA 工具能不能行？这份免费试用体验请收好！

为加速国产 EDA 生态建设，推动国产 EDA 工具的应用与迭代，上海市集成电路行业协会、江苏省半导体行业协会、浙江省半导体行业协会、安徽省半导体行业协会，联合长三角各国家“芯火”双创基地，共同发起此次国产 EDA 工具免费试用活动。

本次活动旨在为广大芯片设计企业、科研机构及高校等提供零门槛体验国产 EDA 先进工具的机会，激发新动能，构建新生态。

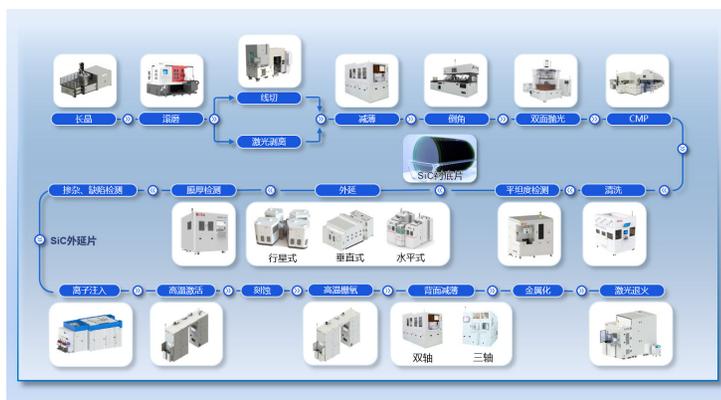
期待更多单位积极参与此次试用活动，携手共进，为推动我国半导体产业自主可控发展贡献力量。

扫描下图二维码，即可申请免费试用，体验国产 EDA 设计生态新魅力。

## 浙江晶瑞：首条 12 英寸碳化硅衬底加工中试线正式通线



12 英寸碳化硅衬底加工中试线研发团队



碳化硅产业链设备全覆盖



12 英寸 SiC 衬底、12 英寸蓝宝石抛光片

擎发展战略的重大成果，更是我国半导体高端装备制造能力的一次集中展示。

未来，公司将加速推进产线的量产进程，为客户提供高质量、低成本的大尺寸碳化硅衬底，携手产业链伙伴，共同推动我国第三代半导体产业蓬勃发展。

(来源：晶盛机电)

9月26日，首条12英寸碳化硅衬底加工中试线在晶盛机电子公司浙江晶瑞 SuperSiC 正式通线，至此，浙江晶瑞 SuperSiC 真正实现了从晶体生长、加工到检测环节的全线设备自主研发，100% 国产化，标志着晶盛在全球 SiC 衬底技术从并跑向领跑迈进，迈入高效智造新阶段。

SiC 是第三代半导体材料的核心代表，因其耐高压、高频、高效等特性，广泛应用于新能源汽车、智能电网、5G 通信等重点行业。同时，在 AR 设备、CoWoS 先进封装中间基板等新兴应用领域，SiC 也正逐步成为推动技术突破的关键材料。相较于 8 英寸产品，12 英寸产品单片晶圆芯片产出量增加约 2.5 倍，能够在大规模生产中显著减少长晶、加工、抛光等环节的单位成本，是大幅降低下游应用成本的关键路径。

浙江晶瑞 SuperSiC 此次贯通的中试线，覆盖了晶体加工，切割，减薄，倒角，研磨，抛光，清洗，检测的全流程工艺，所有环节均采用国产设备与自主技术，高精度减薄机、倒角机、双面精密研磨机等核心加工设备更是由公司历时多年自研攻关完成，性能指标达到行业领先水平。自此，晶盛机电正式形成了 12 英寸 SiC 衬底从装备到材料的完整闭环，彻底解决了关键装备“卡脖子”风险，为下游产业提供了成本与效率的新基准。

浙江晶瑞 SuperSiC 作为晶盛机电子公司，始终专注于碳化硅和蓝宝石抛光片等化合物半导体材料的研发与生产。此次 12 英寸 SiC 中试线的正式通线是晶盛机电坚持“先进材料、先进装备”双引

## 浙江南芯：新建先进半导体芯片项目，正式开工



9月9日消息，浙江南芯新建先进半导体芯片产业化项目开工暨嘉善经济技术开发区三季度重大项目推进仪式成功举行。此次仪式标志着嘉善在半导体产业领域迈出了重要一步，有望进一步推动当地经济的高质量发展。

据了解，众多重要嘉宾出席了此次仪式。其中包括嘉善县委副书记、代县长吕忠飞，上海南芯半导体科技有限公司董事长、CEO阮晨杰，中建二局总经理助理、三公司党委书记、董事长张春轩等。而仪式由嘉善县委常委、常务副县长楼向辉主持，体现了当地政府对该项目的高度重视。

此次项目的承建方是中建二局三公司。项目选址于浙江省嘉善县经济开发区，总建筑面积约4.3万平方米。其主要建设内容涵盖半导体芯片测试厂房以及研发综合楼等，这些设施的建设将为半导体芯片的研发和测试提供坚实的硬件基础。

上海南芯半导体科技有限公司在半导体领域具有一定的技术实力和市

场影响力。该项目的落地，不仅是企业自身发展的重要举措，也将为嘉善县带来先进的半导体技术和管理经验，促进当地半导体产业的技术升级。

从地方经济发展的角度来看，项目建成后，将进一步带动嘉善集成电路产业链群规模能级的提升。它将吸引更多相关企业和人才集聚，形成产业集群效应，为地方经济高质量发展注入强劲动能。

嘉善经济技术开发区通过推进此类重大项目，展现了其在半导体产业布局上的决心和行动力。未来，随着该项目的逐步推进和建成投产，有望在半导体领域取得更多的成果，为当地经济增长和产业升级做出更大贡献。

(来源：今日半导体)

## 湃邦（浙江）：半导体光刻胶项目在海宁投产

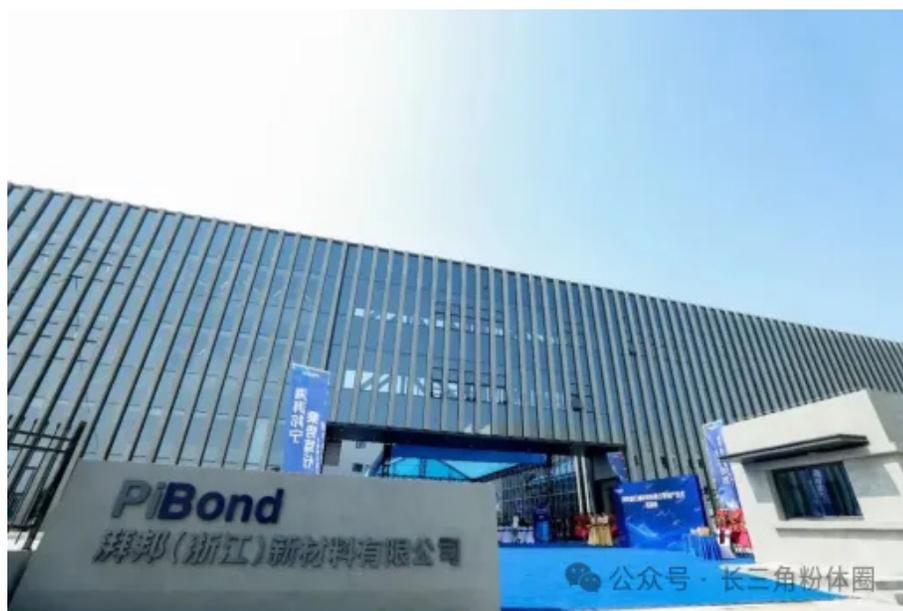


湃邦（浙江）新材料有限公司半导体光刻胶项目在浙江海宁举行投产仪式。

据了解，湃邦半导体、平板显示用光刻胶及相关电子材料项目总投资 83100 万元，固定资产 76500 万元，项目占地约 20849.1 平方米，主要进行年产 100 吨硅基光刻胶、50 吨有机光刻胶 500、50 吨有机光刻胶 400、200 吨电子硅基封装胶生产线及公配设施的建设。

湃邦（浙江）新材料有限公司成立于 2022 年 10 月 8 日，是湃邦（芬兰）有限公司在中国投资的全资子公司。同时，湃邦（浙江）新材料有限公司企业生产工艺由湃邦芬兰提供支撑，湃邦芬兰是世界上为数不多的能够开发和生产超高纯度硅氧烷、金属有机高分子材料的公司之一；是全球除了日本信越以外唯一能够生产硅基抗反射层单体、树脂和成品的一体化公司。公司产品广泛应用于最新超高清和便携式设备的半导体器件中（比如集成电路，如逻辑和存储组件、CMOS 图像传感器和光刻工艺），服务于顶级化学和半导体制造公司。

（来源：长三角粉体圈）



## 富加镓业：突破 6 英寸 VB 法氧化镓单晶制备技术

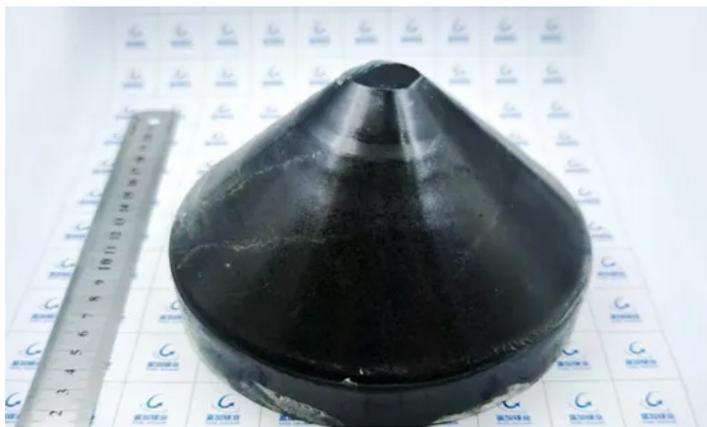


图 1 6 英寸 VB 法氧化镓单晶锭



图 2 VB 法氧化镓晶体生长装备

杭州富加镓业科技有限公司（以下简称富加镓业）在氧化镓晶体生长领域取得重大突破——利用垂直布里奇曼法（VB 法）在国内首次成功制备出 6 英寸氧化镓单晶晶锭，晶体等径高度达 30mm，为功率器件所需导电性材料，可满足完整 6 英寸氧化镓导电型衬底的加工需求。

富加镓业在氧化镓单晶领域展现出强劲的技术迭代能力。2024 年 12 月，率先在国内实现 4 英寸 VB 法氧化镓晶体制备，此次 6 英寸单晶的突破，实现晶体尺寸上的跨越式升级，再次凸显公司在核心装备制造、高精度模拟仿真、确定性热场设计三大关键领域的硬核实力。

迄今为止，富加镓业进行了多轮次 2-6 英寸 VB 法氧化镓晶体生长，不断升级装备性能，验证生长装备稳定性。6 英寸氧化镓单晶晶锭的研制成功，标志着公司在晶体生长技术上取得重大突破，充分验证了“工艺与装备双轮驱动”战略的前瞻性，这是继 2024 年 5 月实现导模法“一键长晶”技术后的又一里程碑。公司已推出拥有自主知识产权的 VB 法氧化镓晶体生长设备及配套生长工艺包，加速氧化镓领域产业生态构建，推动氧化镓半导体产业的蓬勃发展。

未来，富加镓业将继续秉持创新驱动发展和繁荣氧化镓行业的理念，积极联合高校、科研院所及产业链上下游单位，不断提升装备与工艺技术水平，共同推进氧化镓材料的产业化应用，为行业发展贡献更多力量，早日实现“让世界用好材料”的愿景。

（来源：富加镓业）

# 镓仁半导体：8英寸氧化镓衬底质量检测结果国际领先

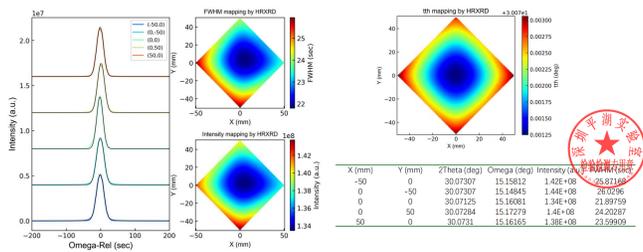
2025年7月，杭州镓仁半导体有限公司（以下简称“镓仁半导体”）8英寸氧化镓衬底通过了国内/国外知名机构的检测，并联合发布检测结果。

第三方检测结果表明，8英寸衬底XRD摇摆曲线半高宽 <30 arcsec，达到国际领先水平。8英寸高质量氧化镓衬底的面世，标志着氧化镓产业化应用迈入全面加速落地阶段，是产业发展的重要里程碑。

## 深圳平湖实验室检测结果

本次测试样品为氧化镓8英寸衬底，取点共计5个，XRD摇摆曲线半高宽测试结果：22~26 arcsec。

Ga2O3 (100) 8 inch: (400) Omega-Rel



8英寸衬底 XRD 摇摆曲线半高宽第三方测试结果 - (深圳平湖实验室)

## 马尔文帕纳科亚太卓越应用中心检测结果

本次测试样品为氧化镓8英寸衬底，取点共计5个，XRD摇摆曲线半高宽测试结果分别为：16.7 arcsec、16.2 arcsec、15.4 arcsec、15.3 arcsec、12.4 arcsec。

## 一、8英寸的产业意义

2025年3月，镓仁半导体发布全球首颗第四代半



Malvern Panalytical B.V.  
Lelyweg 1 (7602 EA)  
7600 AA Almelo, The Netherlands

AC01140378 杭州镓仁

Paul Chen  
马尔文帕纳科亚太卓越应用中心

您与 Malvern Panalytical 有保密协议 (NDA, Non-Disclosure Agreement) 吗? 如是, 请和此表格一起发一份保密协议的副本。 是  否

姓名: 王博 电话: 15156161111  
单位: 杭州镓仁半导体有限公司 职务: 市场部  
地址: 浙江省宁波市北仑区大碇街道  
电子邮箱: 王博@gaoren.com.cn 邮编: 315500

Malvern Panalytical 联系人: Paul Chen  
如客户经理或销售代表:  是  否

出口管制分类编号 (ECCN): 知道 ECCN 号?  是  否  ECCN: 未点输入 (要制国外测试, 请慎重)

样品信息: 请确认每个样品并指示各样品的储存条件。后表中提到样品号时, 请使用下表左侧中的编号。如果提交3个以上的样品, 请确保事先得到 Malvern Panalytical 客户经理或销售代表授权。

样品 #	编号/名称/批号等。 对于 ITC 样品请注明哪个是大分子哪个是配体	常规	避光	+4 °C	-18 °C
1	Ga2O3 晶圆片, 8 英寸	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	样品名称/批号/备注	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	单位/联系人/电话	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	单击或点由此处输入文字。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	单击或点由此处输入文字。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	单击或点由此处输入文字。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

样品物理状态 (粉末、溶液、分散)?  粉末  溶液  分散  固体

还提供了哪些材料 (分散剂、缓冲液等)?  是  否

化学类型 (如: 氧化物、硅酸盐等)  是  否

请告知我们您是否是寄来测试的样品?  是  否

注: 水相、液体及易挥发或干燥敏感的样品无法测试。

为了更好地理解您的目的和分析需求, 请简要描述您送测这些样品的原因?  
对 8 英寸的氧化镓晶圆片进行 Rocking curve 的测试

- 下表列出了 Malvern Panalytical 提供的样品分析技术, 请选择一项或多项您感兴趣的技术。
- Laser Diffraction
  - GPC for Industrial Polymers
  - Microcal PEAQ ITC
  - Zetasizer Range
  - SEC for Life Science
  - MicroCal Auto PEAQ DISC
  - Morphology and MorphologyID
  - Automated Systems
  - X-Ray Diffraction
  - Near Infrared Spectroscopy
  - NanoSight for Particle Size
  - X-Ray Fluorescence
  - XRF/ICP Sample Preparation
  - NanoSight for Fluorescence Study

想了解更多产品的信息, 请访问网站: <https://www.malvernpanalytical.com/en/products>

Malvern Panalytical, a division of Spectris Instrumentation & Systems

Malvern Panalytical B.V.  
Lelyweg 1 (7602 EA)  
PO Box 13  
7600 AA Almelo, The Netherlands

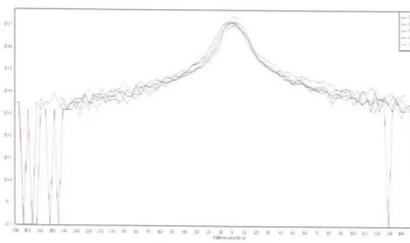


图 3 Ga2O3 摇摆曲线

Peaks Found

File Name	Scan Area	Omega (°)	2 Theta (°)	Intensity (cps)	FWHM (°)
GaO_W_0.0.xrdml	Omega	15.9829	30.07307	1.42E+08	16.7
GaO_W_0.50.xrdml	Omega	15.8953	30.07307	1.44E+08	16.2
GaO_W_0.50.xrdml	Omega	15.9633	30.07325	1.34E+08	15.4
GaO_W_50.0.xrdml	Omega	15.9368	30.07284	1.4E+08	15.3
GaO_W_50.0.xrdml	Omega	15.1219	30.0731	1.38E+08	12.4

Malvern Panalytical B.V.  
Lelyweg 1 (7602 EA)  
PO Box 13  
7600 AA Almelo, The Netherlands



8英寸衬底 XRD 摇摆曲线半高宽第三方测试结果 - (马尔文帕纳科亚太卓越应用中心)

导体氧化镓 8 英寸单晶，并加工出 8 英寸衬底，刷新了氧化镓单晶尺寸的全球纪录。中国氧化镓率先进入 8 英寸时代，具有深远的产业意义：

首先，8 英寸氧化镓能够与现有硅基芯片厂的 8 英寸产线兼容，这将会显著加快其产业化应用的步伐。

其次，氧化镓衬底尺寸增大可提升其利用率，单片晶圆可制造芯片数量呈几何级增长，降低生产成本、提升生产效率。

最后，中国率先突破 8 英寸技术壁垒，不仅标志着我国在超宽禁带半导体领域的技术进步，更为我国氧化镓产业在全球半导体竞争中抢占了先机，有力推动我国在全球半导体竞争格局中占据优势地位。

## 二、8 英寸已实现销售出货

目前在售的氧化镓衬底晶圆主要以 2 英寸和 4 英寸为主，难以与主流的 Fab 场产线设备兼容，这提高了下游器件厂商研发的难度与成本，导致氧化镓应用推进缓慢。

本次质量检测结果充分证明，镓仁半导体 8 英寸晶圆衬底质量优异，能够满足硅基 8 英寸产线生产要求，这将大幅降低下游应用端研发的难度与成本，促进产业

化应用的快速落地。

镓仁半导体氧化镓衬底已逐步实现产业化，为下游客户提供大尺寸高质量的氧化镓单晶衬底产品。目前，镓仁半导体 8 英寸衬底已实现产品销售出货。

### 镓仁半导体自研氧化镓专用

#### VB 法晶体生长设备全面开放销售

镓仁半导体不仅提供氧化镓单晶衬底产品，还全面开放氧化镓专用 VB 法晶体生长设备及配套工艺包的销售。

2024 年 9 月，镓仁半导体推出了首台自研氧化镓专用晶体生长设备，不仅能够满足氧化镓生长对高温和高氧环境的需求，而且能够进行全自动化晶体生长，减少了人工干预，显著提高了生产效率和晶体质量。

该设备通过工艺控制可获得多种不同晶面的大尺寸单晶，且支持向更大尺寸单晶的升级，满足高校、科研院所、企业客户对氧化镓晶体生长的科研、生产等各项需求。该型氧化镓 VB 法长晶设备及其工艺包已全面开放销售。

（来源：镓仁半导体）

## 甬强科技：六年磨一剑，做芯片的“高速公路设计师”



（上图）甬强科技生产车间内，工作人员将电子级铜箔、半固化片和钢板组合在一起，送入压机压合成形。

作为电子设备主板的主要功能材料，高频高速覆铜板如同精密的“神经网络”，承载着 5G 通信、人工智能、数据中心等领域信息传输的重任。其性能直接决定了信号传输的速度与质量——仅一张与 A4 纸厚度相当的高频高速覆铜板，便足以影响整个系统的通信效率。

宁波甬强科技有限公司（以下简称“甬强科技”）自 2019 年成立以来，深耕高端覆铜板市场，被誉为芯片领域的“高速公路设计师”。通过持续创新，公司自主研



发了具有国际领先水平的低损耗和极低损耗高速/高频集成电路板材料，产品矩阵覆盖 IC 载板、高端显示基板、高速高频载板等关键领域，被评为国家级专精特新“小巨人”企业、省级创新型企业等。

经过六年的潜心钻研与创新突破，甬强科技在高频高速覆铜板领域交出了一份令人瞩目的成绩单。

### 破壁攻坚，在专利丛林中开凿“新路”

在甬强科技无尘车间内，生产线高速运转，一卷卷玻璃布、铜箔经过涂覆、组合、压合等数十道工序后，变为一张张金光闪闪的高频高速覆铜板。

高频高速覆铜板是将特种树脂浸渍于增强材料基体，单面或双面覆合铜箔后，经精密热压工艺制成的一种部分绝缘、部分导电的材料。

“我们现在生产的这款高速材料名为‘Gallop 8Q’，介质损耗不到千分之一，信号传输速度可达每秒 224 千兆比特，是普通材料的 4 倍，能够实现 1 秒下载 1 部 4K 电影，在国际上处于领先水平。”甬强科技首席科学家、东京大学材料学博士唐彦春的语气中充满自豪。这款明星产品不仅性能优越，更具显著的成本优势。相较国外同等性能产品，Gallop 8Q 价格便宜约 30%，自去年 12 月推向市场，已收获不少客户认可。

唐彦春进一步补充道，介质损耗是高频高速覆铜板的一种特性。可以将它想象成汽车在高速公路上的摩擦系数——这个数值越小，相当于信号“车辆”遇到的阻力越小，传输“车速”就能越快。

然而，这片金光璀璨的市场，曾长期被日系企业和台系企业所垄断——他们用深厚的技术积淀和上千件核心专利构筑起难于逾越的高墙。

2019 年，甬强科技应势而生。公司创始人回忆道：“当时，国内高端覆铜板市场严重依赖进口，尤其像高性能服务器、AI 芯片载板所需的关键材料，几乎被国外巨头把控。”摆在年轻的甬强科技团队面前的，是一条被专利荆棘封锁的险路。唐彦春比喻道：“他们掌握着大多数高端覆铜板的‘高速公路设计图纸’，我们只能另辟蹊径，在崇山峻岭中开凿属于自己的路。”

树脂配方是这场突围战的核心战场。“高频高速覆铜板配方涉及树脂、固化剂、填料等数十种化合物，每种成分的比例及相互作用都会产生指数级的变化。”唐彦春解释道。寻找最佳的组合反应配比如同化学迷宫中的定向越野，往往需要 1—3 年才能突破。

创业之初的实验室不足百平方米，十余名研发人员在此展开大海捞针式的攻关。数十种变量，上万次排列组合，每一次试错都要经历“配料—涂布—热压—切片—测试”的完整流程，枯燥而漫长。

“每个性能参数的背后，都是无数次失败的尝试。”唐彦春回忆道，为了绕过专利封锁，研发团队不仅要吃透现有技术，更要进行原创性的分子结构设计和材料界面创新，“比如研发低损耗树脂，我们既要降低介质损耗，又

要攻克高填充时无机填料分散不均导致的界面缺陷——这直接关系到产品的电性能和力学稳定性。”

爬坡过坎，曙光初现。2021年，甬强科技迎来了重大突破——针对下一代EagleStream服务器平台研发的S30G—A覆铜板实现量产。这款产品的介质损耗达到“极低损耗”级别，获得终端客户的认可。这标志着甬强科技在高端高速材料领域实现了“从0到1”的重大突破。



(上图) 甬强科技生产车间内，工作人员将压合成形的覆铜板与模具钢板分离，送入切割机裁剪成客户需要的尺寸。

### 注重创新，从“单点突破”到“生态矩阵”

技术突围只是序章。

随着我国智能化、数字化进程加速推进，人工智能算力需求持续增长，市场对信号传输速率的要求不断提高。在此背景下，持续降低高速材料的介质损耗、攻克更高阶的封装基板材料技术成为行业竞争的关键领域。甬强科技意识到，单一产品结构难以支撑企业可持续发展，

必须构建更具韧性和广度的产品生态体系。

对介质损耗的极致追求，驱动着甬强科技不断攀登性能高峰。唐彦春告诉笔者，材料的力学性能、吸水性、耐热性、电性能等都有可能影响介质损耗。“例如，当有机树脂和无机填料的界面结合不好时，不仅会导致材料的电性能、力学性能下降，还可能在高频高速覆铜板或封装基板的热压过程中引发‘分层爆板’等严重问题。可以说，任何一个技术短板都可能成为制约发展的瓶颈。”

对此，甬强科技组织专业研发团队深入剖析影响因素，对影响介质损耗的各种因素进行全面、深入的研究，同时加大研发投入，斥资数亿元引进智能化产线，利用智能化设备的高精度、高稳定性和自动化特点，提高生产过程的控制精度和产品质量的一致性，并大力招募研发人才增强研发实力，做大做宽产品池，做专做深应用领域。清晰的战略布局下，甬强科技的产品矩阵加速形成。

“近年来，我们陆续推出了Gallop 7D等6款高速覆铜板，实现从传统设备材料到高精尖设备材料的转型升级。目前，公司已与方正科技、浪潮等多家企业达成合作。”唐彦春介绍道，“从S30G-A到Gallop 8Q，产品信号传输速度提升了近4倍。”

公司发展数据印证了这一成长轨迹。甬强科技办公室主任杨莹表示：“公司最初仅有1家客户，如今已拥有80余个战略合作伙伴；成立时年产能仅为100万平方米，如今已突破1000万平方米。我们在高频高速材料领域持续深耕，将产品良品率提升至99.2%的行业领先水平。”

面向未来，甬强科技已锁定人工智能广泛应用带来的市场机遇，将高频高速材料和IC封装基板材料确定为发展方向。目前，企业已搭建了IC封装基板材料研发生产线，布局高端封装材料领域，为后续技术创新和市场拓展打下基础。杨莹透露：“去年，企业产值突破3亿元。今年我们设定的目标是跨越6亿元大关。”为此，甬强科技正努力攻关新一代高速材料Gallop 9Q和IC封装基板材料I50-22LE。这些产品将应用在AI服务器、超级计算机、数据中心等领域，持续推动信息传输技术向前发展。

(来源：宁波通讯)

## 晶能与芯迈半导体签约战略合作

近日，浙江晶能微电子有限公司（以下简称“晶能”）与芯迈半导体技术（杭州）股份有限公司（以下简称“芯迈”）正式签署战略合作协议。双方将在车规级与工控级芯片的研发、制造、先进封装、市场应用及人才培养等多个领域展开全面合作，共同推动功率半导体产业协同发展。双方将充分发挥各自优势，重点围绕汽车、机器人、无

人机、二轮车等新能源应用领域，合作开发包括车规芯片、功率模块、电池管理系统等创新产品。

晶能是吉利旗下功率半导体平台，专注于高可靠性功率半导体产品的研发与制造。公司在杭州、台州和嘉兴布局了三座智能化生产基地，产品广泛应用于新能源汽车、光伏储能、智能机器人、无人机等场景。通过持续投入研发创新，在设计、工艺和应用等环节不断提升竞争力，为客户提供卓越半导体方案，推动产业绿色转型和可持续发展。



芯迈是一家专注于功率半导体、采用 Fab-Lite 模式的集成设备制造商（IDM），具备芯片设计、晶圆制造、封装测试等全链条服务能力，在电源管理 IC、硅基及碳化硅功率器件的研发与制造方面拥有核心技术优势和市场资源。

目前，晶能的“功率朋友圈”已涵盖华润微电子、积塔半导体、捷捷微电、中车时代半导体、芯迈半导体等多家行业领先企业。

（来源：晶能）

## 行芯科技：国产 EDA 公司如何赢得市场

在半导体产业链中，EDA（Electronic Design Automation，电子设计自动化）工具被誉为“芯片设计的生产力工具”，而其中 Signoff（签核）更是芯片设计的“最后一道防线”。这个看似不起眼的环节，却构筑起了半导体行业最高的技术壁垒之一——它需要对工艺、设计、制造全流程的深刻理解，更需要与晶圆厂工艺库的精确匹配。长期以来，这个关键领域几乎被国际巨头完全垄断。

在这样的行业背景下，任何一家试图进入 EDA 签核领域的中国企业，都面临着前所未有的挑战。客户的信任、技术的积累、生态的建立——每一步都如履薄冰。然而，在国际巨头垄断的 EDA 赛道上，一家成立于 2018 年的中国企业——杭州国家“芯火”双创基地（平台）会员企业行芯科技，却在被称为 EDA “最难赛道”的签核领域撕开了一道口子，成为连接国产晶圆厂与芯片设计公司的关键桥梁。在 IDAS 2025 设计自动化产业峰会上，行芯科技完全自主研发的 GloryEX 全芯片 RC 参数提取解决方案斩获“产品革新奖”，展现了其在 EDA 领域的卓越创新能力和技术实力。



### 啃最硬的骨头

对于行芯科技创始人贺青来说，选择切入 EDA 的 Signoff 签核领域，并不是心血来潮，而是一种清醒且坚定的战略选择。在芯片设计流程中，Signoff 是最终的背书：一旦通过，标志着设计阶段所有环节已全面完成并达到交付晶圆厂的标准。而从制造的角度，它又是第一道门槛，只有通过 Signoff 的设计数据才能进入晶圆厂的生产环节。换句话说，它既是设计的终点，也是制造的起点。

“不管是数字、模拟、还是射频，每一颗芯片都必须经过 Signoff 签核才能进入制造流程。”贺青提到，“这要求我们既要熟练掌握芯片设计标准，又要适配每一代工艺和 Fab 机台的 PIE 流程，确保签核工具的仿真数据与硅数据达到高度一致，也就是硅精度。”这也意味着，Signoff 工具的难度在于“既难又全”。它既要覆盖所有芯片类型，又要匹配所有工艺变迁，还要保证数据与实际硅片高度一致。所以 Signoff EDA 成为 EDA 产业中最有价值、最难被替换的环节，一旦稳定下来，就会成为产业长期依赖的基石。

行芯正是着眼于此，在头部设计企业与头部晶圆厂的大力支持下，通过不断研发，逐步构建起完整的 Signoff 产品线和解决方案。目前已推出了包括 GloryEX、GloryEX3D、GloryPolaris、GloryBolt、PhyBolt、GloryEye、GloryWatt 等在内的 7 款产品，覆盖了寄生参数提取、电源 / 信号完整性、功耗分析、时序分析、多物理域耦合分析等多个关键环节。据了解，不同于部分依赖海外技术的方案，行芯坚持 100% 自主研发，从单点突破到全流程覆盖，走出了一条摆脱既有路径依赖、彻底国产化的路线。

得益于这种自主可控的发展模式，行芯对国内市场需求有了更为精准的把握。相较于国外 EDA 厂商的标准化解决方案，行芯能够更敏锐地洞察本土晶圆工艺的发展脉络，快速适应技术迭代节奏，为客户提供深度定制的专业服务。这一差异化优势不仅让行芯在国产 EDA 市场中独树一帜，更使其逐步成为保障芯片成功流片的关键支撑力量。

在外界看来，行芯科技“啃最硬的骨头”的选择，不仅是一次技术挑战，更是一种长期战略——通过在最核心、最难攻克的环节建立壁垒，构建出属于国产 EDA 的独特价值。

### 以口碑赢得用户

在讲到为什么行芯科技会从单点工具走向签核全流程时，贺青回溯道，企业初期因资源受限，仅能从单点工具切入；在验证其可靠性后，客户会立即提出更高要求——亟需一体化方案而非零散工具的简单拼接。毕竟，芯片是不可分割的整体，任意环节瑕疵，都将影响“能否顺利流片”的终极命题。

目前，行芯已能够在签核环节提供一体化工具链，形成一份全面、可验证的“芯片设计健康报告”。通过全流程协同，单点间的电学耦合关系被系统性纳入考量，很多在单点工具下难以捕捉的现象得以显现。同时这种整合也显著加快了迭代效率，增强了客户对流片成功的信心。

据悉，行芯的客户群主要分为两类：一是在晶圆厂端，涵盖国内高端工艺代工厂、部分特色工艺厂以及一些存储 IDM 巨头，帮助它们实现设计与制造的深度协同；二是在设计公司端，客户主要集中于高性能芯片领域，包括手机 SoC、AI 芯片、CPU、GPU、高速模拟芯片以及各种高端 IP。

不过，EDA 签核环节长期以来被认为是最难替换的“闸门”，稳定性要求极高，因而工具迁移成本成为了 EDA 签核企业面临的核心挑战。这种成本不仅在效率或资金层面，更在于工具信任，设计与制造两端的用户都担心更换工具后会带来不确定风险，这种心理障碍有时比技术门槛更难跨越。

面对这种情况，行芯科技选择了一条耐心的道路：不强推、不灌输，而是通过严苛的验证、详实的案例、透明的数据，和最重要的——各类型高端芯片一次次的流片成功，逐步赢得市场信任。贺青说，“我们能做的，就是确保客户一旦选择，就能看到越来越大的价值，不会再想走回国外的老路。”

### 在无人区里寻找答案

从过往的发展轨迹来看，“国产 EDA 崛起”这一口号已经响彻多年。虽然国产 EDA 企业一度如雨后春笋般涌现，但能够真正撼动国外巨头垄断格局的企业，却屈指可数。

行芯科技选择的答案，是与国产头部晶圆厂展开深度协同，为其提供可持续演进的解决方案。不同于简单复制国际 EDA 巨头与台积电的合作模式，行芯科技在构建签核全流程生态时，更多考虑本土工艺的现状以及设计公司的差异化需求。

但在 EDA 签核这一关键环节上，赢得客户信任只是万里长征的第一步。在步入后摩尔时代之后，先进工艺节点与 3DIC 封装带来了前所未有的复杂性，更高密度的晶体管、更复杂的器件结构，以及多物理场的耦合，都让 EDA 签核变得异常艰难。

“过去几年，我们都是顶着非常大的压力向前行，”贺青说道，“面对关键技术难题，现有文献无法提供现成答案，团队进入技术无人区。但正是这种极限压力，反而最大程度地激发了团队潜力。”

据了解，行芯之所以能在行业内迅速站稳脚跟，是因为在多家头部芯片设计企业那里接受了全方位考验。历经多元复杂场景的严苛淬炼后，行芯科技产品已沉淀出可复用、可扩展的核心能力，其适用边界也随之拓宽。贺青比喻说，如同建造高楼，过去是建造一栋楼，如今是规划整座城市。焦点不再局限于单体建筑，而在于让基础设施高效协同。对应到 EDA，工具必须跳出单颗芯片的边界，直面多芯片互连与耦合所衍生的系统性挑战。

对团队，贺青常常这样勉励：“我们目前取得的进展，离不开每一位成员的辛勤付出。行芯的技术已经融入用于多款高端芯片之中，助力诸多电子设备的实现，这是团队共同努力的成果。但我们深知，这只是万里长征的起点。”

### 未来：从工具整合到生态重构

谈及未来规划，贺青坦言“兴奋与敬畏并存”。“EDA 必须站在五年后甚至十年后的工艺节点回望当下，而工艺迭代周期常以两三年计。若缺乏前置布局，技术路线将迅速偏离主流赛道。这种时间差的挑战，要求企业必须具备超前的战略眼光。”

目前，行芯在签核领域的工具链已基本覆盖完整，但真正的挑战在于平台化整合。贺青描绘了一个理想场景：客户只需启动单一指令，即可由平台自动完成所有签核流程，最终直接反馈可否安全投片的结果。这种“一键式”服务背后，是对技术深度和系统整合能力的极高要求。

另外，更重要的是“左移”策略。作为设计流程的最后守门员，行芯希望将问题发现提前到设计早期。“如果‘楼栋’都建好了才发现问题，‘维修’成本太高。”目前，公司正通过 GloryGrid 产品在物理设计早期与客户共同推动“左移”战略的实施。

从行业角度看，行芯的布局颇具前瞻性。在国产 EDA 普遍聚焦单点突破的当下，行芯科技已开始思考平台化整合和生态构建。这种转向标准化服务的企业管理理念升级，或许预示着国产 EDA 行业正走向成熟。然而，从工具提供商转向生态构建者，行芯面临的挑战不容小觑：更多的客户、更难的技术、更大的人才需求，这些都考验着成长型企业的综合能力。

行芯科技的积极探索，不仅勾勒出国产 EDA 发展的新路径，更预示着整个行业正在实现从追赶走向引领、从产品到生态的全方位升级。

(来源：半导体行业观察)

## 国测量子：完成超亿元 A+ 轮融资，系国产芯片原子钟厂商

国测量子科技（浙江）有限公司（简称“国测量子”）近日完成超亿元 A+ 轮融资，本轮由国新基金领投，常高新、国科嘉和、元齐资本跟投。这笔资金的注入旨在加速公司在核心技术、产业链整合和规模化生产方面的布局，以应对量子精密测量领域高端设备国产化面临的挑战，并打破国外的技术垄断。

公开资料显示，国测量子成立于 2023 年，依托北京大学技术优势，研发和生产包括全国产化芯片原子钟、高端稳频激光器在内的高端量子精密测量仪器。

国测量子位于湖州的芯片原子钟生产基地预计可年产 50 万只芯片原子钟及核心器件。

此外，国测量子的全资子公司浙江法拉第激光科技有限公司已建成具备完全自主知识产权的自锁定原子稳频半导体激光系统标准化生产线。其产品应用场景覆盖原子钟、原子磁力仪、原子干涉重力仪、原子陀螺仪等前沿科研领域，赋能量子计算、精密光谱、生物光子技术等战略性新兴产业。

(来源：爱集微)

## 东脉电子：正式递表港交所，拟募资扩产及技术升级

9月25日，浙江东脉电子股份有限公司（以下简称“东脉电子”）正式向香港交易所递交了上市申请，拟通过募集资金用于完善产能布局和生产基地智能化升级，以及提升研发和技术能力，丰富产品矩阵，以更好地满足下游市场不断增长的需求。

东脉电子是全球智能物联电子纸显示解决方案的领导者。根据灼识咨询的资料，以2024年收入计算，公司是全球最大的商用端智能物联电子纸显示解决方案厂商，占据全球市场份额的26.3%，充分展现了公司在行业中的领先地位。

全球化佈局	市場領導者	技術先行者
<b>100%</b> 覆蓋全球前五大商用端智能物聯電子紙應用解決方案供應商	<b>最大</b> 商用端智能物聯電子紙顯示解決方案廠商 <sup>(1)</sup>	<b>全球首個</b> 實現180°彎折的基於OTFT柔性電子紙墨水屏彎曲半徑3mm以內 <sup>(2)</sup>
<b>100+</b> 全球合作夥伴 <sup>(3)</sup>	<b>全球最多</b> 生產基地作為全球智能物聯電子紙顯示解決方案廠商	<b>超低功耗</b> 電子紙驅動方案0.1mW待機功耗 醫療級續航 <sup>(4)</sup>
<b>1,900+</b> 員工 <sup>(5)</sup>	<b>產能超1.3億片<sup>(5)</sup></b> 共 <b>47條</b> 專業產線 <sup>(6)</sup>	<b>首個</b> 基於OTFT技術量產具備曲面電子紙觸控顯示屏的硬件錢包 <sup>(7)</sup>

### 募集资金用途

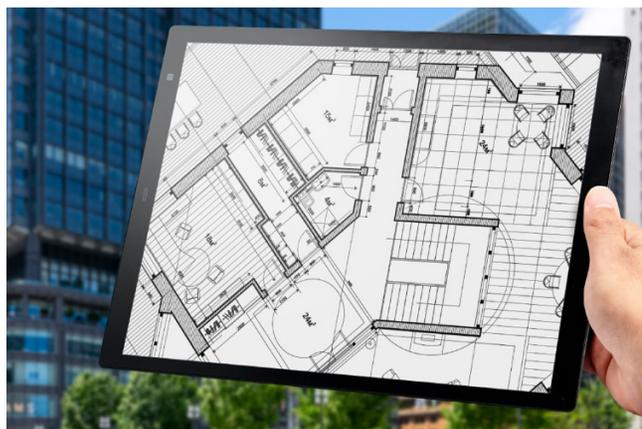
完善产能布局和生产基地智能化升级。东脉电子计划谨慎且有效地进一步扩大产能，以不断提升生产及供货效率，巩固成本优势。公司致力于满足下游市场不断增长的需求，通过智能化升级提高生产效率和产品质量。

提升研发和技术能力。东脉电子将通过募集资金提升其研发和技术能力，丰富产品矩阵。公司将聚焦彩色、柔性、高刷新率、高分辨率等前沿电子纸技术，以及 OTFT、胆甾等新材料应用的研究与升级。特别是，公司计划加大对 AI 技术在波形调试阶段的投入，以实现全产品波形自动化调试及验证工作。通过技术创新和性能优化，公司将继续加强现有智能物联电子纸显示解决方案的丰富度。

丰富产品组合。东脉电子将基于不同技术，构建覆

盖全场景的产品线，致力于为客户提供更全面、更高效、更节能的解决方案，以更好地捕捉不断演变的市场需求。公司计划聚焦开发商用大尺寸全彩广告牌、电子书包、全彩 EPD 等产品系列，以满足智慧办公、智慧教育、智慧物流、智慧交通、电子阅读器等新领域的快速发展需求。此外，公司计划从提供模组向提供包含通讯、后台软件的整机解决方案延伸，提升客户黏性和附加值。

人才招聘与培养。东脉电子计划在未来三年内每年增聘约2至3名拥有博士研究生及以上学历的专业人士，专门从事电子纸、云平台及信息系统等相关领域的技术工作。这些人员将主要负责新产品的规划与核心技术的优化，AI 波形调试的架构设计与核心算法研发，以及电子书与整机解决方案的规划与架构设计。公司亦计划稳步推进人才引进与培养机制，以增强团队的持续创新能力。



### 公司发展历程

东脉电子深耕电子纸显示技术领域十余年，基于自主拥有的电子纸显示模组设计制造的核心技术，专注于研发和生产各类智能物联电子纸显示模组及相关显示解决方案。公司的发展历程始于2005年，最初专注于工业级液晶显示器及显示模组产品的设计研发。2008年，公司建立电子纸研发团队，成为中国大陆最早进入智能物联电子纸显示解决方案行业的厂商。2010年，公司

与全球电子纸显示技术领军企业元太科技签署联合发展协议，通过联合研发加速了技术创新落地。2018年，元太科技通过其全资子公司战略投资本公司，成为公司的战略合作伙伴。

至2018年，公司全面实现智能物联电子纸显示解决方案业务的战略转型，通过大连和嘉善双制造基地的协同布局，实现产品升级和产能提升。2021年，公司全面启动位于浙江的全球最大规模电子纸显示模组生产基地建设，并于2023年全面投产。同年，公司首条全自动化的智能物联电子纸显示模组产线量产成功，有效提升了生产效率、产品质量和全范围信息可追溯性。截至2025年6月30日，公司智能物联电子纸显示模组年产能超1.3亿片，专业生产线共47条。

2023年，公司成为全球首家在智能机器人领域推出落地应用的智能物联电子纸显示解决方案提供商。2024年，公司首座海外电子纸工厂越南基地奠基建设，并推出全球首个实现180°弯折的基于OTFT柔性电子纸墨水屏，亦是全球首个基于OTFT技术推出及量产具备曲面电子纸触控显示屏的硬件钱包的厂商。2025年，公司第一个海外生产基地——越南制造基地正式竣工投产，成为全球智能物联电子纸显示解决方案行业中少数拥有自建海外生产基地的厂商。同时，公司开发完成基于E6全彩显示系列大尺寸电子纸产品，率先实现智能物联电子纸显示模组快速刷新基彩色化应用的产业化落地。

### 技术与市场表现

截至2025年6月30日，东脉电子已获得专利94项，其中发明专利28项，建立了强大的技术壁垒，以更好地支持公司产品矩阵的扩展。未来，公司将继续投入到柔性、全彩、特大尺寸等前沿系列产品的研发中，丰富产品矩阵，为客户提供更加先进、优质的产品与服务。

在业务规模与运营效率方面，东脉电子持续取得稳健进展。公司智能物联电子纸显示模组的销售量由2022年的5060万片增加至2023年的5610万片、2024年的6710万片及截至2025年6月30日止六个月的5270万片。在业绩记录期间，公司进行了大额研发投入，2022年至2025年6月30日研发费用复合增长率为8.1%（以年化计算）。公司推出了全彩大尺寸广告牌解决方案等新智能物联电子纸显示解决方案，目前规划和在研产品包括中小尺寸全彩OTFT、PI a-Si等柔性产品、基于Spectra 6技术的全彩大尺寸产品、基于Spectra 3100技术全尺寸的多色、宽温产品等，产品应用领域将由智能零售逐步向智慧办公、智慧教育、智慧物流、智慧交通及智慧医疗等场景拓展，收入增长潜力巨大。

（来源：爱集微）

## 工信部：前7个月我国集成电路设计收入2511亿元 同比增长18.5%

2025年前7个月，我国软件和信息技术服务业（以下简称“软件业”）运行态势良好，软件业务收入、利润总额稳健增长，软件业务出口保持正增长。

### 一、总体运行情况

前7个月，我国软件业务收入83246亿元，同比增长12.3%。软件业利润总额10890亿元，同比增长12.4%。软件业务出口339.8亿美元，同比增长5.2%。

### 二、分领域运行情况

软件产品收入稳定增长。前7个月，软件产品收入18011亿元，同比增长10.6%，占全行业收入比重为21.6%。其中，基础软件产品收入1052亿元，同比增长13.0%；工业软件产品收入1677亿元，同比增长8.8%。

信息技术服务收入保持两位数增长。前7个月，信息技术服务收入57246亿元，同比增长13.4%，占全行业收入的68.8%。其中，云计算、大数据服务共实现收入8663亿元，同比增长12.6%，占信息技术服务收入的15.1%；集成电路设计收入2511亿元，同比增长18.5%；电子商务平台技术服务收入7156亿元，同比增长9.8%。

信息安全收入和嵌入式系统软件收入平稳增长。前7个月，信息安全产品和服务收入1181亿元，同比增长6.2%。嵌入式系统软件收入6809亿元，同比增长8.5%。

### 三、分地区运行情况

前7个月，东部地区、中部地区、西部地区和东北地区软件业务收入分别同比增长12.6%、12.3%、10.4%和9.3%。东部地区占全国软件业务总收入的84.3%。

京津冀地区软件业务收入同比增长13.2%，长三角地区软件业务收入同比增长14.7%。北京、广东、江苏、山东、上海软件业务收入居全国前5，同比分别增长13.4%、9.1%、14.4%、11.8%和20.1%。

（来源：工业和信息化部运行监测协调局）

# 2025 年全球集成电路产业综合竞争力百强城市白皮书

## 一、全球集成电路行业发展情况

近两年，随着生成式人工智能出现，智能便捷的应用迅速成为市场关注的焦点，全球各大科技厂商先后进入，多种大模型产品纷至沓来，数字经济时代迎来新的发展机遇。大模型参数数量大、训练数据量大、模型复杂度高等特征对计算资源需求不断加强，高性能计算能力、大量存储空间、快速信息传输成为大模型训练和运行的计算核心要素，加大了对高性能半导体产品需求。同时，存储器价格受市场需求刺激影响下从低位逐渐回升，销量开始释放，实现量价齐升。2024 年全球半导体市场规模为 6351 亿美元，同比增长 19.8%。2025 年，创新的架构和数据处理

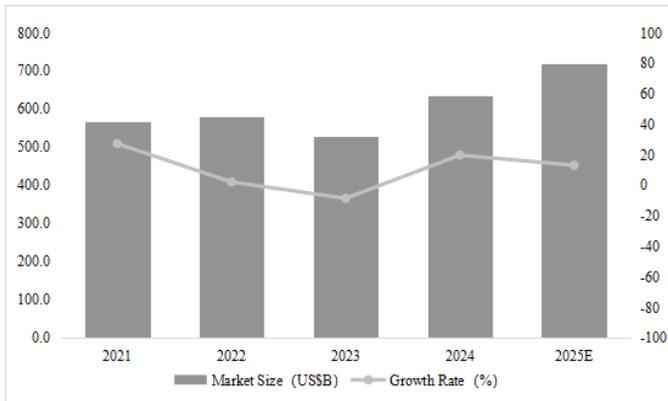


图 1: 2021-2025 年全球半导体市场规模及增速

排名	城市	国家/地区	洲别	排名	城市	国家/地区	洲别
1	圣克拉拉	美国	北美	51	博伊西	美国	北美
2	新竹	中国台湾	亚洲	52	天津	中国大陆	亚洲
3	首尔	韩国	亚洲	53	剑桥	英国	欧洲
4	上海	中国大陆	亚洲	54	梅萨	美国	北美
5	圣何塞	美国	北美	55	宁波	中国大陆	亚洲
6	东京	日本	亚洲	56	大分	日本	亚洲
7	埃因霍温	荷兰	欧洲	57	科林斯堡	美国	北美
8	北京	中国大陆	亚洲	58	台南	中国台湾	亚洲
9	新加坡	新加坡	东南亚	59	南通	中国大陆	亚洲
10	奥斯汀	美国	北美	60	格勒诺布尔	法国	欧洲
11	水原	韩国	亚洲	61	格林斯伯勒	美国	北美
12	高雄	中国台湾	亚洲	62	绍兴	中国大陆	亚洲
13	无锡	中国大陆	亚洲	63	鹿儿岛	日本	亚洲
14	慕尼黑	德国	欧洲	64	费利蒙	美国	北美
15	圣迭戈	美国	北美	65	马六甲	马来西亚	东南亚
16	深圳	中国大陆	亚洲	66	城南	韩国	亚洲
17	尔湾	美国	北美	67	泉州	中国大陆	亚洲
18	熊本	日本	亚洲	68	法兰克福	德国	欧洲
19	槟城	马来西亚	亚洲	69	长沙	中国大陆	亚洲
20	利川	韩国	亚洲	70	桃园	中国台湾	亚洲
21	苏州	中国大陆	亚洲	71	达勒姆	美国	北美
22	德累斯顿	德国	欧洲	72	珠海	中国大陆	亚洲
23	成都	中国大陆	亚洲	73	清州	韩国	亚洲
24	海法	以色列	亚洲	74	大连	中国大陆	亚洲
25	米尔皮塔斯	美国	北美	75	森尼维尔	美国	北美
26	福冈	日本	亚洲	76	苏黎世	瑞士	欧洲
27	武汉	中国大陆	亚洲	77	宫崎	日本	亚洲
28	日内瓦	瑞士	欧洲	78	济南	中国大陆	亚洲
29	大田	韩国	亚洲	79	诺伍德	美国	北美
30	钱德勒	美国	北美	80	坦佩	美国	北美
31	南京	中国大陆	亚洲	81	曼谷	泰国	东南亚
32	凤凰城	美国	北美	82	青岛	中国大陆	亚洲
33	台中	中国台湾	亚洲	83	米兰	意大利	欧洲
34	平洋	韩国	亚洲	84	威尔明顿	美国	北美
35	合肥	中国大陆	亚洲	85	福州	中国大陆	亚洲
36	希尔斯伯勒	美国	北美	86	龙仁	韩国	亚洲
37	杭州	中国大陆	亚洲	87	佐贺	日本	亚洲
38	巴黎	法国	欧洲	88	马尼拉	菲律宾	东南亚
39	达拉斯	美国	北美	89	纳舒厄	美国	北美
40	西安	中国大陆	亚洲	90	雷丁	英国	欧洲
41	吉隆坡	马来西亚	东南亚	91	胡志明	越南	东南亚
42	长崎	日本	亚洲	92	朗蒙特	美国	北美
43	广州	中国大陆	亚洲	93	科罗拉多斯普林斯	美国	北美
44	波特兰	美国	北美	94	班加罗尔	印度	亚洲
45	华城	韩国	亚洲	95	株洲	中国大陆	亚洲
46	重庆	中国大陆	亚洲	96	斯德哥尔摩	瑞典	欧洲
47	厦门	中国大陆	亚洲	97	佛森	美国	北美
48	居林	马来西亚	东南亚	98	河内	越南	东南亚
49	鲁汶	比利时	欧洲	99	德州	中国大陆	亚洲
50	中国香港	中国香港	亚洲	100	布卢明顿	美国	北美

一级指标	二级指标
产业竞争力(40%)	产业规模
	企业数量
	创新能力
	投资能力
	龙头企业
	城市全球影响力
环境竞争力(30%)	绿色工厂建设
	排放标准
	生产环境
	绿色电力
产业支持(20%)	产业链完整性
	企业配套
	金融支持
	市场自由度
	人力资源
区域影响(10%)	品牌影响力
	下游市场
	交通环境
	区域区位
	区域经济实力

表 1: 全球集成电路城市综合竞争力评价体系

表 2: 2025 全球集成电路产业综合竞争力百强城市

方式推动大模型进入下一阶段，数据处理新范式优势逐渐凸显，将持续推动算力、存力的布局，下游应用 AIPC、AI 手机、AI 耳机等新兴产品将迎来大规模应用，将成为半导体市场提升新增长点，预计 2025 年全球半导体市场规模将提升到 7189 亿美元，同比增长 13.2%。

## 二、全球集成电路产业综合竞争力百强城市分析

为充分评估全球主要集成电路产业城市综合竞争力，WICA 采用 4 个一级指标、20 个二级指标构建集成电路产业城市综合竞争力评估指标体系，从产业竞争力、环境竞争力、产业支持、区域影响 4 个方面进行综合评估。

综合结果显示，圣克拉拉、新竹、首尔、上海、圣何塞、东京、埃因霍温、北京、新加坡、奥斯汀位居全球集成电路产业综合竞争力百强城市前十名。

从 2025 年全球集成电路产业综合竞争力百强城市的区域分布来看，依然是亚洲地区城市最多，为 61 个，北美地区上榜城市为 26 个，欧洲地区上榜城市为 13 个。从国家和地区来看，2025 年入围全球集成电路百强城市最多的国家是中国大陆，共有 27 个城市入选，美国排在第二位，共有 26 个城市入选，其次分别为韩国、日本、中国台湾以及马来西亚，入选城市数量分别为 9 个、8 个、5 个和 4 个。

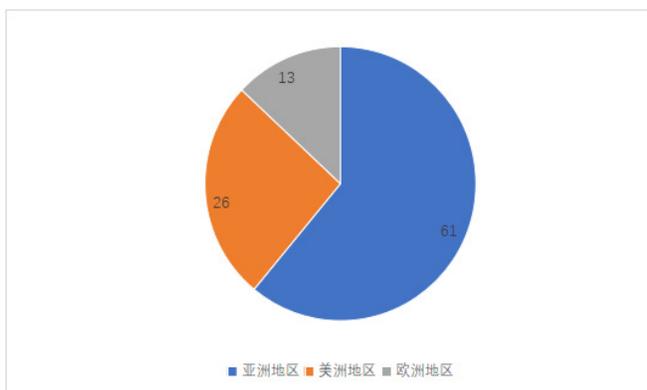


图 2: 2025 全球集成电路产业综合竞争力百强城市区域分布

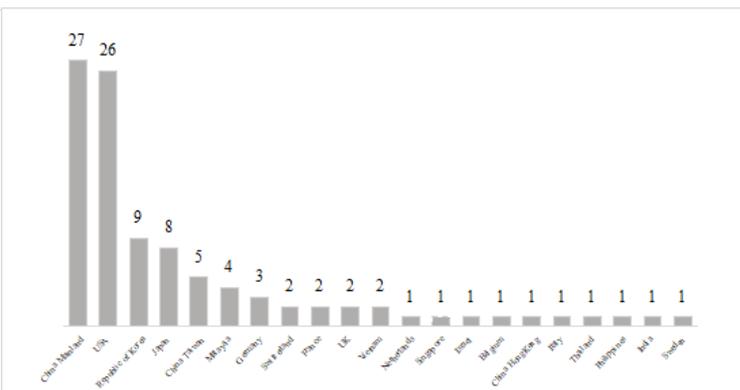


图 3: 2025 全球集成电路产业综合竞争力百强城市国家分布

## 三、全球集成电路十大城市

### 1、圣克拉拉

圣克拉拉是全球集成电路产业的重要中心之一，拥有众多集成电路企业总部，包括英特尔、AMD、英伟达、应用材料等全球领导者。这些企业在集成电路设计、制造和封装测试等领域均处于世界领先地位，并不断推动产业技术进步。英伟达、AMD 等厂商相继推出 Blackwell B200 GPU、Versal RF 系列产品，一直是行业发展的风向标。加州被选为美国国家半导体技术中心（NSTC）总部所在地，该中心将整合学术界、企业和政府资源，推动从材料到封装的全链条研发协同，圣克拉拉凭借密集的企业集群和研发机构，成为这一国家级计划的核心参与者。

### 2、新竹

新竹是世界集成电路产业的中心之一，在新竹科学园区有在全球市场上占据了重要地位的知名企业，包括台积电，联电、联发科等。新竹集成电路产业涵盖

了从 IC 设计、制造、封装测试到设备、材料等各个环节，形成了完整的产业链。台积电已经正式量产 2 纳米（N2）制程芯片，采用纳米片晶体管架构，同时推出整合 CoWoS 与 FOPLP 技术，推出新一代 CoPoS 封装工艺，新竹在制造和封装领域全球遥遥领先。

### 3、首尔

首尔是韩国的政治、经济、科技、教育、文化中心，也是世界集成电路产业的重要中心之一，拥有三星电子、SK 海力士等重要企业。首尔集成电路产业从设备、材料、设计、制造、封装到下游应用等产业链中的各个都有相应的企业参与其中。2025 年初，三星正式启动基于第二代 3 纳米 GAA（Gate-All-Around）制程的 Exynos 2500 处理器量产，其代工业务与特斯拉签订大额半导体供应合同。SK 海力士 HBM 技术领跑全球，首尔成为全球集成电路领域极具竞争力地区之一。

### 4、上海

上海市一直以集成电路产业为主导产业持续发展，已成为中国大陆集成电路产业发展的领头羊。上海集成电路聚集多家国内外领先集成电路企业，拥有包括中芯国际、华虹集团、积塔半导体、澜起科技、紫光展锐、中微半导体、格科微等在内行业知名企业。中芯国际临港 12 英寸晶圆代工生产线项目、光掩模版（临港）二期项目、长电科技汽车电子（上海）车规级芯片封测基地相继落地，上海集成电路产业投资基金三期正式设立，支撑着全市集成电路重大项目发展。

### 5、圣何塞

圣何塞以高度发达的高科技及电脑产业著称，是全球知名科技公司聚集地。圣何塞作为美国加州硅谷地区的中心城市之一，其集成电路企业众多，有 Cadence、Achronix、Infinera 等集成电路设计、研发、制造企业，还有 Cisco 等下游应用企业。面对美国技术出口限制，圣何塞企业加速本土供应链建设，实现从设计到封装的全链条本地化生产。本地高校圣何塞州立大学与知名半导体企业紧密合作，联合成立 AI 芯片联合实验室，开发 RISC-V 架构的边缘计算处理器。

### 6、东京

东京发展集成电路产业的历史悠久，产业基础深厚，是日本集成电路产业聚集的重要城市，拥有东京电子、爱德万、迪恩士、尼康、罗姆、铠侠、瑞萨、东芝等重要半导体设备、材料、设计、制造、封装测试领域的重要企业，还有众多企业为其提供了广阔的下游应用市场。东京电子、爱德万等厂商加大研发力度，推出新型刻蚀机、极端激光剥离系统等产品，日本新进代工厂商 Rapidus 的 2nm 半导体项目计划和预算获批准，成为行业内新势力量。

### 7、埃因霍温

埃因霍温拥有阿斯麦、恩智浦等集成电路领域的领军企业。以飞利浦物理实验室为核心的研究中心升级成为埃因霍温高科技产业园，被誉为“欧洲最智慧 1 平方公里”，聚集着 150 多家科技企业、1 万多名创新人才。阿斯麦推出全球首台 ASML High-NA EUV 光刻机（EXE:5200），并成功交付于英特尔，后续陆续交付给三星、台积电客户。荷兰经济事务与气候政策部联合欧盟“芯片法案”，向埃因霍温理工大学、TNO 等机构注资，支持光子集成电路、量子计算等前沿领域研究。

### 8、北京

北京集成电路产业发展整体规模迅速上升，具有强劲竞争力。北京拥有多家具有竞争力的行业企业，包括中芯国际、北方华创、寒武纪、燕东微电子等企业。北京的清华大学、北京大学、中科院微电子所等高等院校和机构在集成电路领域拥有强大的科研实力和人才优势，为产业发展提供了丰富的技术支持和人才储备。2024 年中芯京城一期项目已竣工，二期项目于 2025 年初启动，北电集电项目加速推进，兆易创新、北京君正、寒武纪等设计企业在细分领域竞争力持续攀升。

### 9、新加坡

新加坡地处马六甲海峡的咽喉地带，作为世界重点贸易中心，是全球集成电路进出口贸易的重要集中地，格罗方德、英飞凌、美光科技、联电、伟创力、应用材料等集成电路设备、设计、制造领域的前沿企业均在新加坡设有芯片生产基地、研发中心和分支机构。世界先进与恩智浦合资 VSMC 12 英寸晶圆厂开始动工，世创电子 12 英寸晶圆厂正式投产，格罗方德晶圆厂扩产，美光 HBM 先进封装项目开始启动建设，一系列项目正在加速建设，整体集成电路产业生态进一步提升。

### 10、奥斯汀

奥斯汀是美国得克萨斯州的首府，有着“硅山”的称号。德州仪器在此设有总部和工厂，博通、三星、恩智浦、英飞凌、应用材料等企业在此设有生产基地和研发中心。三星奥斯汀工厂加速建设，实现全耗尽型绝缘体上硅（FD-SOI）工艺量产。奥斯汀作为特斯拉 Robotaxi 的核心测试区域，将原 Dojo 团队整合至自动驾驶硬件部门，加速开发“训推一体”AI 芯片，进一步巩固奥斯汀作为全球半导体创新策源地的地位，为后摩尔时代的技术跃迁提供核心支撑。

## 四、中国集成电路主要上榜城市

### 1、无锡

集成电路产业是无锡的重要主导产业，无锡市集成电路产业链上企业超过 600 家，其中包括长电科技、雅克科技、太极实业、江化微、新洁能、卓胜微、华润微、芯朋微等多家上市企业。无锡 SK 海力士产能持续扩张，华虹无锡二期项目建成投产，无锡设立规模 50 亿元的集成电路产业专项母基金，下设两只 20 亿元子基金，重点投资集成电路装备与材料、第三代半导体等领域，

支撑无锡打造“设计 - 制造 - 材料”全产业链生态。

## 2、深圳

深圳是中国集成电路产品的集散中心、应用中心和设计中心，拥有国家级集成电路设计产业化基地、国家第三代半导体技术创新中心、国家示范性微电子学院等重大创新平台，深圳市集成电路企业拥有超过 700 多家。华为海思、中兴微电子、比亚迪半导体、汇顶科技等集成电路设计企业在细分领域保持领先地位，华润微 12 英寸生产线和方正微电子 8 英寸 SiC 项目均已实现通线，深圳在集成电路设计领域综合竞争力排在中国前列。

## 3、苏州

苏州市拥有敏芯股份、固锜电子、晶方科技、思瑞浦、国芯科技、南大光电、晶瑞电材等多家半导体上市企业，集成电路企业数量超过 380 家。苏州拥有集成电路设计、制造、封测、设备、材料全产业链环节，形成较好的产业生态。长光华芯、国芯科技、锐杰微科技、硅谷数模和裕太微电子等企业技术均实现了突破，苏州先后发布了多项集成电路政策推动全市集成电路产业发展。

## 4、成都

成都聚集了英特尔、德州仪器、联发科、海光信息等国内外领先企业，同时也培育了成都华微、嘉纳海威等本土骨干企业，总数超过 400 家，在芯片设计、晶圆制造和封装测试等领域已具备规模优势。华虹半导体、比亚迪半导体、中微公司等重大项目加速启动实施。成都发布链主基金行动计划，聚焦集成电路、高端软件等优势产业，通过“资本 + 链主”模式，重点支持技术攻关、重大项目招引及产业链协同。

## 5、武汉

武汉集成电路产业集聚长江存储、新思科技、光迅科技、武汉新芯、高芯科技、晶丰电子、鼎龙股份等 400 余家企业，并拥有华中科技大学、武汉大学、武汉理工大学等众多高校，建设有国家信息光电子创新中心、国家先进存储产业创新中心等国家级创新平台。长存三期（武汉）集成电路有限责任公司正式成立，将推动长江存储在 NAND 闪存领域的技术迭代和产能扩张，进一步巩固“世界存储之都”地位，同时杉数科技、芯芯科技、君原电子等多家高成长性企业陆续签约落户武汉。

## 6、南京

南京市拥有台积电、华天科技、宏泰半导体、芯德

半导体、超新星、芯行纪等多家知名半导体企业。台积电和华天科技作为行业龙头企业一直带动全市集成电路产业快速发展。南京积极融入全球产业链，华天科技与德国英飞凌合作建设的“汽车电子封测联合实验室”正式揭牌，聚焦车规级芯片高可靠性封装技术研发。同时，江北新区与台积电共同打造的“先进制程技术创新中心”启动建设。

## 7、合肥

合肥市集聚长鑫存储、晶合集成、芯碁微装、通富微电、合肥君正、富乐德、恒烁半导体、龙迅半导体等集成电路企业，逐步形成存储、显示驱动、智能家电、汽车电子等四大特色芯片板块。长鑫存储产品市占率不断提升，晶合集成已发展成为全球前十代工厂，中国大陆第三大代工厂。长鑫存储、晶合集成等多个龙头企业配套项目加速落地，合肥集成电路产业生态不断完善。

## 8、杭州

杭州拥有士兰微电子、立昂微电子、矽力杰、杰华特、广力微、富芯半导体、中欣晶圆等集成电路企业。全省首条 12 英寸晶圆生产线项目——杭州富芯半导体一期预计 2025 年底达产，华大九天、广立微等 7 家单位在杭州组建 EDA 创新联合体。2025 年杭州市政府工作报告提出，杭州将打造具有全球竞争力的模拟芯片高地、全国高端芯片设计和制造高地。

## 9、西安

西安集成电路产业位列全国第一梯队，具有丰富的芯片设计制造底蕴，拥有三星、美光、力成、奕斯伟、紫光国芯、西岳电子等龙头企业，带动产业链上下游企业协同发展，拥有西安交通大学、西北工业大学和西安电子科技大学三所国家示范性微电子学院，为企业源源不断输送人才并提供科研支持。豪威集团落地西安，将加快对车规级芯片和物联网芯片的技术突破，奕斯伟产品竞争力持续提升，但美国对三星撤销 VEU 授权，可能后续对存储器产能产生一定影响。

## 10、广州

广州集聚粤芯半导体、芯粤能、增芯科技、广芯封装等集成电路新兴企业，粤芯半导体作为广东省首个量产 12 英寸晶圆的企业，目前产能已经突破 4 万片 / 月，三期项目正在产能爬坡，增芯科技国内首条 12 英寸智能传感器晶圆产线已启动，重点布局微流控传感器等高

端领域，推动广州在物联网感知层的技术领先，广州在芯粤能半导体的带动下在化合物半导体产业发展中占据优势。

#### 附件一、全球集成电路城市综合竞争力评价体系

全球集成电路城市综合竞争力评价体系以 4 项一级指标和 20 项二级指标为基础，涵盖了集成电路产业竞争力的主要内容，能够充分反应各城市在产业综合能力、研发创新能力、产业成长能力、市场拓展能力、未来发展潜力等各个环节的水平，全面反映全球主要城市集成电路产业的综合竞争力。

#### 全球集成电路城市综合竞争力评价体系

一级指标	二级指标
产业竞争力(40%)	产业规模
	企业数量
	创新能力
	投资能力
	龙头企业
	城市全球影响力
环境竞争力 (30%)	绿色工厂建设
	排放标准
	生产环境
	绿色电力
产业支持(20%)	产业链完整性
	企业配套
	金融支持
	市场自由度
	人力资源
	品牌影响力
区域影响(10%)	下游市场
	交通环境
	区域区位
	区域经济实力

**产业规模：**集成电路产业的产出规模或经营规模。

**企业数量：**EDA/IP、设计、制造、封装、测试等企业数量。

**创新能力：**包括科研机构、高等院校、科研院所、论文、专利等。

**投资能力：**集成电路产业投融资的活跃程度。

**龙头企业：**产业龙头企业数量。

**城市全球影响力：**城市在全球范围内的知名度、吸引力、竞争力以及在国际事务中的参与度和影响力。

**绿色工厂建设：**实现全生产过程的绿色、低碳、循环型工厂。

**排放标准：**单位产量二氧化碳排放量。

**生产环境：**产业链企业的生产环境是一个复杂而综合的系统，涉及诸多方面，包括但不限于物理环境、技术环境、管理环境和外部环境。

**绿色电力：**风电、太阳能发电、水电、地热发电、海洋发电等可再生电力占比。

**产业链完整性：**产业链完整性是衡量一个行业或产业在供应链、生产、销售等各个环节是否健全、高效、协调的重要指标。

**企业配套：**围绕主导产业和龙头企业，为企业集团提供原材料、零部件、技术、服务等相关支持。

**金融支持：**完善金融服务体系是一个涉及多方面的复杂过程，旨在促进金融整合与配置，提高金融服务效率和质量，从而促进集成电路产业发展。

**市场自由度：**涉及市场参与者在经济活动中享有的自主决策权、资源配置效率、市场竞争程度、政府干预程度等诸多方面。

**人力资源：**包括基础教育、职业教育、高等教育等。

**品牌影响力：**体现在品牌在市场上的知名度、美誉度、忠诚度、市场份额等。

**下游市场：**通信、计算机、消费电子、汽车电子、工业控制、航空航天、医疗电子、物联网等诸多领域的市场需求。

**交通环境：**涉及城市规划、道路设计、交通流量、公共交通系统、环境保护等诸多方面。

**区域区位：**涉及城市与周边环境的多重空间关系。

**区域经济实力：**城市的 GDP 等经济指标。

(来源：WICA)

## 中国发布全球首款全频 6G 芯片

第六代（6G）无线技术距离现实又近了一步，有消息称中国研究人员发布了全球首款“全频”6G芯片。该芯片能够提供超过每秒100千兆比特（Gbps）的移动互联网速度，由北京大学和香港城市大学的科学家领导的团队开发。

6G技术是5G的继承者，有望带来我们通信方式的巨大飞跃。它将带来诸多优势，例如超高速连接、超低延迟以及能够实时管理和优化网络的AI集成。为了实现这些优势，6G网络需要运行在一系列频率范围内，从标准微波到频率更高的太赫兹波。当前的5G技术使用的无线电频率有限，与前几代无线技术类似。

Article | [Open access](#) | Published: 27 August 2025

### Ultrabroadband on-chip photonics for full-spectrum wireless communications

Zihan Tao, Haoyu Wang, Hanke Feng, Yijun Guo, Bitao Shen, Dan Sun, Yuansheng Tao, Changhao Han, Yandong He, John E. Bowers, Haowen Shu, Cheng Wang & Xingjun Wang

[Nature](#) (2025) | [Cite this article](#)

这款新芯片尺寸仅为11毫米x1.7毫米，大小与拇指指甲差不多。它的工作频率范围很广，从0.5 GHz到115 GHz，而传统上需要九个独立的无线电系统才能覆盖这个频谱。

研究人员在发表于《自然》杂志的论文中评论道：“我们提出的系统代表着向未来全频谱、全场景无线网络迈出了显著的一步。与之前的光子辅助无线演示相比，这实现了可重构的全链路无线通信，并具有更高的带宽、数据速率和系统功能。”

该团队的主要创新之一是将无线系统的所有重要部件封装到一个由薄膜铌酸锂（TFLN）材料制成的微型芯片中。传统系统需要多个独立的组件来实现每项任务。

该芯片还采用了一种创新的信号生成和传输方法。首先，宽带电光调制器将无线信号转换为光信号，然后通过光电振荡器产生所需的射频信号。振荡器利用光和电产生稳定、清晰的信号，涵盖从微波到太赫兹波的频段。在测试中，该系统在180微秒内实现了6 GHz频

率调谐，比现有技术快得多。

虽然开发单个全频芯片是一项重大突破，但该技术仍处于早期发展阶段。许多专家预计，商用6G网络将在2030年左右开始推出。

在此之前，我们需要做大量工作来构建必要的基础设施并开发兼容的设备。然而，当超高速连接到来时，它将催生新一波服务和创新，这些服务和创新可能会从根本上改变我们使用互联网的方式，为智慧城市提供动力，甚至根据一些科学家的说法，改变我们生活的几乎方方面面。

### 用于全频谱无线通信的超宽带片上光子学

即将到来的第六代及更高版本的无线网络将在广泛的频率范围内运行——从微波、毫米波到太赫兹频段——以支持各种应用场景中的无处不在的连接。这需要一种通用的硬件解决方案，该解决方案可以在这种宽频谱内自适应地重新配置，以支持全频段覆盖和动态频谱管理。

然而，现有的电气或光子辅助解决方案在满足这一需求方面面临许多挑战，因为设备的带宽有限以及系统架构本质上是刚性的。在这里，我们展示了由薄膜铌酸锂（TFLN）光子无线系统驱动的前所未有的超过100 GHz频率范围内的自适应无线通信。利用普克尔斯效应和TFLN平台的可扩展性，我们实现了基本功能元素的单片集成，包括基带调制、宽带无线光子转换以及可重构载波和本地信号生成。我们的信号源由宽带可调谐光电振荡器驱动，工作频率范围达0.5 GHz至115 GHz，具有创纪录的高频率稳定性和一致的相干性。

基于宽带可重构集成光子解决方案，我们实现了跨九个连续频段的全链路无线通信，通道速率高达创纪录的100 Gbps。实时可重构性进一步实现了自适应频率分配，这是在复杂频谱环境下确保高可靠性的关键能力。我们提出的系统代表着我们朝着未来全频谱、全场景无线网络迈出了重要的一步。

无线通信技术通过实现广泛而大规模的连接影响着我们的信息社会。为满足日益增长的无处不在的接入需求，未来的第六代 (6G) 及更高版本 (XG) 网络预计将自适应地使用全频谱资源，以满足不同的应用场景 (图 1a)。例如，高频毫米波和亚太赫兹频段将进一步提高数据速度并减少延迟，从而促进扩展现实 (XR) 和远程手术<sup>8</sup> 等新兴数据密集型服务。

同时，低损耗的 6 GHz 以下和微波频段继续在农村地区或城市中心提供广泛的空间覆盖。此外，系统应具有实时频谱可重构性，以确保在复杂的频谱环境中高效使用频谱和可靠接入，通常称为智能无线电。为了支持这种自适应全频谱愿景，人们迫切需要一种能够重新配置以在整个频谱范围内运行的“一刀切”硬件解决方案。

具体而言，它应支持基带和射频 (RF) 频段之间的高保真度和宽带转换、具有宽带可调性和稳定性能的低噪声信号源，以及低成本的芯片级集成能力，将所有这些基本功能无缝地集成在一个小巧的封装中，实现协同操作。

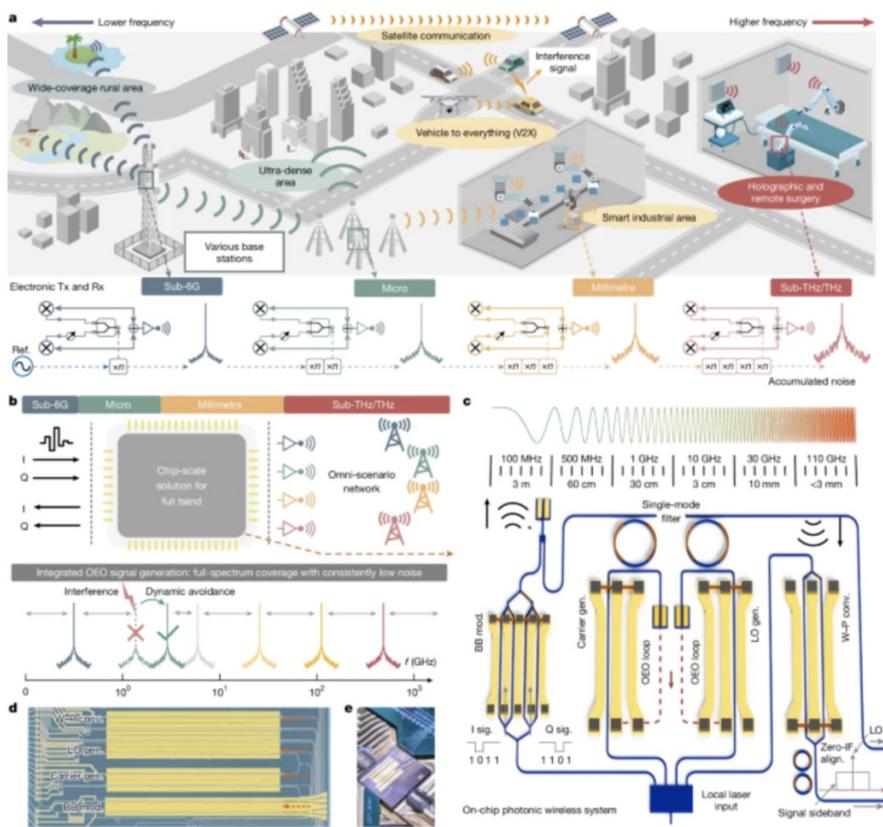


图 1: 超宽带集成光子学赋能全场景无线网络

然而，实现这种宽带和可重构硬件面临着许多挑战。传统的电气解决方案通常设计为仅在特定频段运行，因为底层电气元件需要针对每个频段采用不同的设计规则、结构和材料。因此，覆盖宽频谱需要一系列针对各个频段专门定制的独立子系统。这不仅增加了系统复杂性和成本，尤其是在大规模部署场景中，而且还限制了动态频谱管理所需的频率可重构性。

此外，基于级联倍频器的电信号源在高频下的噪声会显著增加，导致不同频段之间的性能不一致并降低通信质量。光电技术的最新进展为利用光学系统固有的大带宽实现宽带操作提供了新的机会。具体而言，通过宽带电光 (EO) 调制器，即无线 - 光子转换，可以光学方式实现多频段无线接收。调制后的光信号可以使用光学设备进一步灵活处理，并通过光纤网络分配。

在信号发生方面，可以通过两个激光源的光学下混频来生成无线载波和本振信号，其中，可以通过控制激光频率来灵活设置射频信号频率，调谐范围仅受光电探测器带宽的限制。这种方法还允许使用成熟的光调制技术对无线

a、预测的全场景无线网络，其频率跨度很大，从 6 GHz 以下低频（深绿色）到亚太赫兹高频（红色）频段。传统的电气方案需要为每个频段配备不同的设备组，而基于乘法器的高频源会累积噪声。

b、提出的集成光子方案的概念图，可实现自适应全频谱操作。宽带光电振荡器产生频率可调的信号，覆盖整个频段，并保持始终如一的低噪声水平。

c、用于超宽带载波和本振生成、信号调制和接收的薄膜铌酸锂光子无线解决方案的示意图。星号表示当前未集成在 TFLN 芯片上的组件。

d、制成的 TFLN 芯片的光学显微镜图像。  
e、共封装的光子无线系统的照片。BB Mod., 基带调制器; W-P Conv., 无线 - 光子转换; LO, 本振; Gen., 生成; OEO, 光电振荡器。Zero-IF align., 零中频对准。

信号进行高速同相 / 正交 (I/Q) 调制, 从而以低成本支持超高数据吞吐量。

尽管自适应光子无线系统天生就适合高频, 但实现紧凑的多波段系统仍面临三大挑战:

首先, 当前的光无线生成方案难以同时实现低噪声、宽带可调性和系统紧凑性。拍频两个不相关的自由运行激光器产生的信号通常表现出较大的相位噪声和频率不稳定性。当由外部微波源调制时, 拍频两个源自单个激光器的光边带可以获得更好的相干性。然而, 这种光频倍增过程仍然受到与电子倍增器情况相同的噪声累积定律的限制。虽然光频分 (OFD) 等更先进的方法可以提供极低的相位噪声, 但它们通常需要复杂的外部锁定方案, 从而牺牲了光谱灵活性和系统简单性。

其次, 当前演示中的无线 - 光子转换通常使用块体铌酸锂或硅基调制器来实现, 而这些调制器由于其固有机制 (例如等离子体色散或表面等离子体极化效应) 而存在驱动电压高或固有光插入损耗大的问题。这些限制会降低信噪比 (SNR) 和信号速度。

第三, 尽管其中一些演示部分采用了集成光子技术, 但完整的通信系统在很大程度上仍然是分立的。简而言之, 基于光子集成电路 (PIC) 的低噪声、宽带可调、高集成度无线解决方案的探索仍然未知。

在这里, 我们通过开发基于薄膜铌酸锂 (TFLN) 平台的宽带可重构光子无线系统来应对这些挑战。与传统铌酸锂器件相比, TFLN 平台提供的 EO 调制器带宽更宽, 覆盖毫米波和亚太赫兹波段, 并且具有更高的可扩展性, 可在单个芯片上集成多个 EO 和线性功能器件。利用这些独特的特性, 我们基于光电振荡器方案实现了超宽带无线载波和本振 (LO) 信号生成, 该方案可产生高度稳定的微波信号, 具有从 0.5 GHz 到 115 GHz 的创纪录宽频率调谐范围, 同时保持一致的相干性。

我们进一步将宽带信号源与基带调制和无线光子转换模块集成, 实现了无线光子电路, 该电路可在超过 100 GHz 的带宽上实现高保真自适应无线通信。我们实现了跨九个连续频段的端到端高速无线通信, 峰值数据速率超过 100 Gbps。基于超宽工作带宽和实时可重构性, 我们展示了系统协调频谱管理, 成功解决了三大经典无线信道质量提升挑战——信道自适应、干扰规避和

动态零差对准。我们的超宽带无线光子方法可以为下一代智能无线网络提供可重构性和自适应性。

### 基于 PIC 的无线系统架构

图 1b、c 展示了我们提出的宽带可重构无线光子系统的示意图。该系统的关键功能元件 (包括载波和本振信号生成、无线光子转换和基带调制) 集成在同一 TFLN 芯片上, 用于无线信号的发送和接收。该 TFLN 芯片采用晶圆级步进光刻工艺制造, 并已封装以进行功能系统特性测试 (图 1d、e)。光子芯片的功能区域为 11 毫米 × 1.7 毫米, 其宽度尺寸与典型的电子驱动芯片和潜在电光共封装中的毫米波天线兼容。

在无线发射端 (Tx), 使用包含高速电光相位调制器和高质量 (Q) 微环谐振器 (MRR) 的光电振荡器产生宽带可调载波。在预期的光电振荡频率下, 两个相位调制边带中的一个与 MRR 的谐振频率对齐并被滤除, 从而实现相位到强度的调制转换。调制后的光信号在光电探测器处转换回电域, 最终被送回电光调制器以闭合光电振荡环路。当光放大器和电放大器的增益足够高时, 可以实现正反馈, 从而导致光电环路内的自激振荡。

我们的电光调制器采用先进的开槽电极设计, 在 67 GHz 时仅表现出 1.3 dB 的电光滚降, 外推的 3 dB 带宽为 110 GHz。这使得能够在前所未有的带宽内有效激发电光振荡。MRR 具有接近 100 万的高固有 Q 值和 134 GHz 的自由光谱范围 (FSR), 可在宽泛的无边模频率范围内实现窄带光滤波。该 MRR 滤波器的片上热调谐功能可实现振荡频率的可重构选择。为了将基带信号加载到无线载波上, 首先部署同相正交 (IQ) 调制器, 通过载波抑制单边带调制将信号转换到光域。

之后, IQ 调制后的边带与滤波后的光电振荡信号在宽带光电探测器上混合。这将生成一个调制无线信号, 其载波频率由光电振荡频率决定。重要的是, 载波生成和 IQ 调制过程共享同一个激光源, 从而确保最终生成信号的强相干性。总而言之, Tx 芯片可在宽带宽范围内生成具有可调中心频率的上行无线数据流。

在接收端 (Rx), 执行光辅助无线信号下变频, 从而无需特定频段的射频混频器。为此, 我们使用另一个半波电压 ( $V_{\pi}$ ) 较低的宽带电光调制器, 将来自接收天线的无线信号直接转换到光域。为了将调制后的光信号转

换回基带，基于与 Tx 中使用的相同的光电振荡过程生成可调谐的光 LO 信号。调制后的边带经过滤波，最终在接收光电探测器处与光 LO 混合，以检索基带通信信号。用于载波和 LO 生成的镜像系统架构确保了 Tx 和 Rx 端的宽带宽和可重构性。

此外，LO 频率可以进行微调，以精确对准接收信号的中心频率，从而实现零中频 (IF) 接收。零中频信号和 LO 可以直接在现场解调，也可以通过低损耗光纤网络进一步分发到远程中央单元 (CU)。除了宽带宽和低  $V\pi$  之外，TFLN EO 调制器还具有高调制线性度，这得益于铌酸锂的线性普克尔斯效应，可确保 EO 转换过程中的信号失真最小。测量的调制器无杂散动态范围 (SFDR) 约为 99 dB Hz<sup>2/3</sup>，受马赫-曾德尔干涉仪正弦传递函数的限制，可以使用先进的线性化策略进一步改进。

总体而言，所提出的光子无线核心最大限度地减少了带宽受限器件的使用，仅需必要的电放大器和无线天线作为外围电路。通过与各种专用外围电路配合，它最终满足了 6G 全向场景的需求，支持全频段覆盖和自适应无线通信。

### 在超宽带宽内保持一致的运行

我们首先证明，所提出的集成光子无线方法的各个元件能够在宽带宽内提供高性能和一致性能。对于无线-光子转换 (图 2a)，采用正交相移键控 (QPSK) 调制的不同载波频率的无线波形由天线链接调制器发送和接收。测得的光谱如图 2b 所示，显示在高达 100 GHz 的调制频率下，接收到的光边带的强度变化极小。在 1,515 nm 至 1,630 nm 的宽光载波波长范围内对高频 (80 GHz) 无线接收响应的进一步表征 (图 2c) 也证明了均匀的光谱性能。无线载波和光频带的一致性凸显了其在基于波分复用大容量光纤无线电前传系统中的潜力。

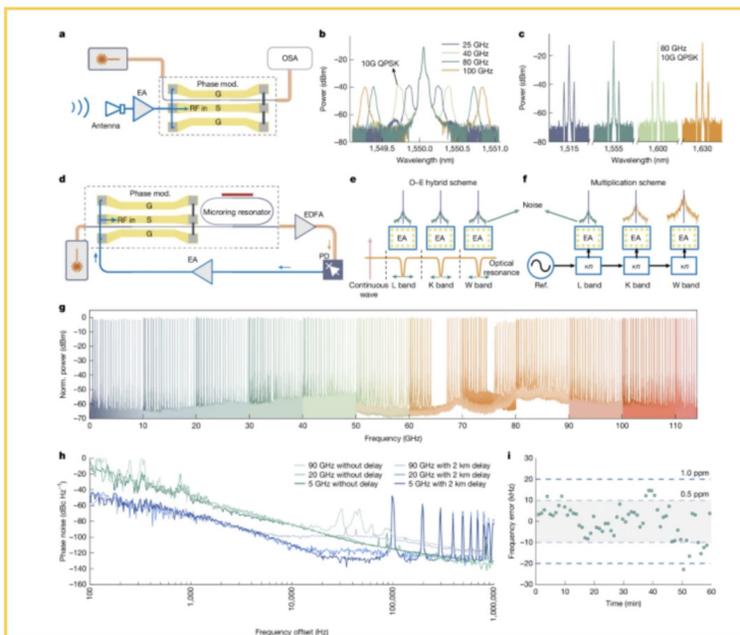


图 2: 宽带无线光子转换和无线信号产生

图 2g 显示了测得的信号频谱，几乎连续覆盖了整个频率范围，频率间隔为 500 MHz。两个缺少数据的窄光谱区域分别对应于接近 MRR FSR 一半 (约 67 GHz) 的振荡频率和介于两种类型的放大器 (约 76 GHz) 之间的振荡频率。这种基于光子芯片解决方案的 EO 混合信号发生器有效地统一了超过七个倍频程的九个射频频带，这是传统电子产品无法实现的。

虽然各个频段仍然需要专用的外围元件 (例如电放大器)，但这些相对较窄的频带元件自然会减轻光学 MRR (图 2e) 相邻谐振的影响。因此，这减轻了对极小 MRR 的需求，从而增加了谐振峰之间的频率间隔。此外，我们进一步验证了使用单个硬件组实现 100 GHz 以上宽带振荡的可行性。

a、无线-光子转换装置。

b、c，在各种无线 (b) 和光学 (c) 载波频率下测得的光谱。

d、基于 OEO 的载波信号生成装置。

e、OEO 方案的工作原理，其中可以通过调整光学谐振频率来重新配置振荡频率，而不会影响噪声性能。

f、基于传统乘法器的信号源的工作原理，其中噪声级联。

g、测得的 OEO 频谱，RBW 为 51 kHz。

h、在不同频率下测得的 OEO 信号的相位噪声显示跨频段的性能一致。

i、得的频率误差图。OSA，光谱分析仪；EDFA，掺铒光纤放大器；

EA，电放大器；PD，光电探测器；MS，微波源；cw，连续波。

接下来，我们将使用图 2d 所示的装置，演示具有灵活可重构性和低噪声性能的载波和 LO 信号生成，频率范围为 0.5 GHz 至 115 GHz (详情请参阅方法)。光电振荡过程遵循范德波尔模型，其中振荡频率由激光器和 MRR 谐振峰之间的相对频率差决定。

更重要的是，所提出的信号生成架构克服了传统频率倍增器方案中重要的噪声累积挑战（图 2f），其中额外的相位噪声根据  $\Delta L = 20 \times \log_{10}(N)$  增加，其中  $N$  表示倍增因子。图 2h 显示了在 5 GHz、20 GHz 和 90 GHz 的不同生成频率下测得的相位噪声曲线，这些曲线彼此紧密一致，在 10 kHz 频率偏移处具有一致的  $-85 \text{ dBc Hz}^{-1}$  相位噪声（绿色曲线）。我们进一步将噪声性能与后接乘法器的商用频率合成器芯片进行了比较。

此外，通过加入更长的光纤环路，可以进一步降低 OEO 方案的相位噪声。在 2 km 光纤延迟的 10 kHz 频率偏移处测得的相位噪声大幅降低到 10 kHz 时约为  $-110 \text{ dBc Hz}^{-1}$ （蓝色曲线）。这里，由于 MRR 的滤波带宽相对较宽，边模不能得到有效抑制，这可以通过使用双环路方法并进一步提高 MRR 14 的  $Q$  因数来解决。由于来自下混检测系统的额外噪声，在 90 GHz 下测得的相位噪声上升到 10 kHz 偏移之外。

此外，为了表征平台和结构的稳定性，使用电频谱分析仪每分钟记录一次约 20 GHz 自由振荡的频率漂移，持续一小时。如图 2i 所示，结果表明大多数偏差小于百万分之零点五 (ppm)，即使在基于 PID 的 MRR 40 频率锁定下，这也比其他平台好近 10 倍。

### 多频段融合无线通信

接下来，我们利用所提出的光子无线系统的宽带一致性来演示可在九个连续频段上重构的端到端无线通信。图 3a 显示了 Tx 和 Rx 端的详细系统配置，其中宽带可重构光子无线核心与各自频段的支持电子设备和天线协同工作，以实现完整的系统功能（详细描述见方法）。与以前基于硅基调制器的光子辅助无线通信方法相比，此处的 TFLN 调制器具有更低的插入损耗（小于 2 dB）、更低的半波电压和更大的带宽，从而确保在超宽频谱范围内最小的功率损失和良好的信噪比。

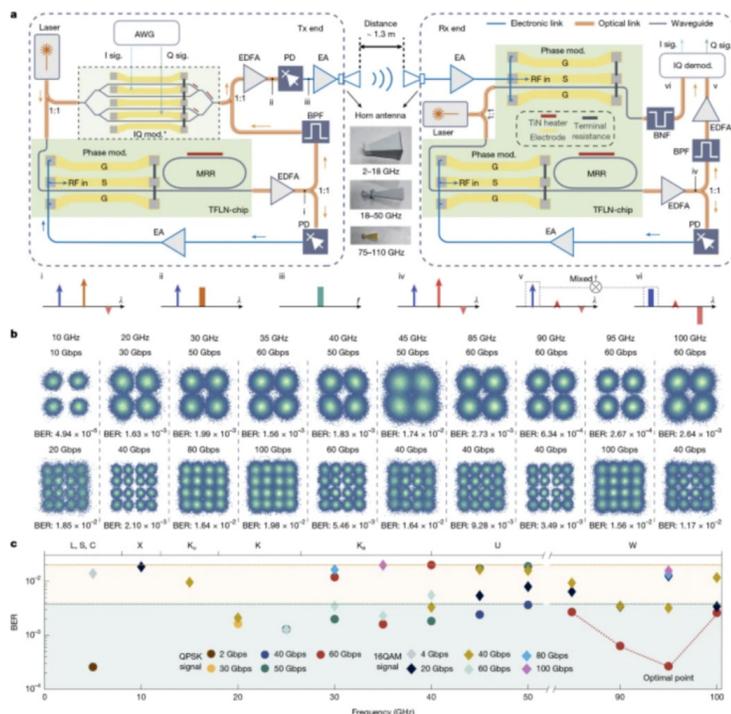


图 3：多频段无线通信结果

a、端到端无线通信实验装置。插图 i-vi 显示了电路重要位置的光学和电学频谱。

b、在不同频带测得的星座图。

c、在不同频带测得的 BER 汇总。橙色和蓝色虚线分别对应硬判决和软判决前向纠错阈值。AWG，任意波形生成；MRR，微环谐振器；IQ mod.\*，同相和正交调制器。

我们使用带有集成偏置点控制的商用 IQ 模块来替代片上 IQ 调制器，这简化了通信实验的复杂性并防止了额外的不平衡。EDFA，掺铒光纤放大器；EA，电放大器；

BPF，光带通滤波器，BNF，光带陷滤波器。

为了验证这些优势，我们在 5 GHz 至 100 GHz 的载波频率上以 5 GHz 为间隔进行全频谱无线通信，使用喇叭天线发送和接收高速无线信号。使用三组天线覆盖特定频段：2-18 GHz、18-50 GHz 和 75-110 GHz。50-75 GHz 频段未启用是由于其使用受限，因为在此范围内大气吸收率很高。图 3b 显示了不同频率信道中的代表性星座图，具有不同的数据速率和调制格式，即 QPSK 和 16 正交幅度调制 (16-QAM)。在 35 GHz 和 95 GHz 中心频率下均可实现高达 100 Gbps 的单通道传输（95 GHz 时的误码率 (BER) 甚至更低），这代表了集成光子辅助无线通信的最高数据速率。

此外，除了带宽有限的低频载波外，所有载波频率高于 30 GHz 的信道均实现了超过 50 Gbps 的数据速率，验证了系统在宽频率范围内的性能一致性。

在图 3c 中, 我们总结了所有测量频段的 BER 结果, 这些结果使用标准数字信号处理流程获得。九个不同频段 (L、S、C、X、Ku、K、Ka、U 和 W) 的所有传输 BER 值均低于硬判决前向纠错 (HD-FEC) 或软判决前向纠错 (SD-FEC) 阈值。数据传输性能现在主要受两个因素限制。

首先, 天线和放大器的性能在各自的中心频率处进行优化, 远离这些中心频率时性能会下降。从 W 频段 60 Gbps 传输结果的 BER 值中可以看出这一点 (图 3c 中的红色虚线), 在频段边缘附近性能会大幅下降。

第二个限制因素是电气设备的带内频谱响应不理想, 即纹波和下降, 这会导致边带负载不均匀。这种类型的信号衰减对于高阶调制格式 (例如 16-QAM) 更为明显, 并且可以通过协同微调载波和 LO 频率来缓解, 如下一节所述。

### 动态频谱管理

最后, 我们证明了该系统在动态频谱管理中的实时宽带可重构性。利用热光效应, 该系统可以快速调整载波 / LO 频率, 在  $180 \mu\text{s}$  内实现 6 GHz 的调谐范围。这种能力大大增强了无线系统在复杂的实际场景中的适应性。例如, 如上一节所述, 电气设备 (主要是天线和电放大器) 的非理想响应会在某些频段内产生显著的波动。如图 4a 所示, 多径干扰等其他影响也会导致类似的恶化。传统上, 这种影响通常通过正交频分复用 (OFDM) 算法来减轻。在这里, 我们提供了一个更基本的硬件解决方案, 通过近连续的频域调谐自适应地搜索具有增强可靠性的最佳频率点。

如图 4b 所示, W 波段 Tx 和 Rx 端使用的 LNA 表现出不均匀的频率响应, 幅度变化超过 4 dB。在 80 GHz 下工作时, 这种波动会导致接收光谱明显失真 (图 4c, 上图)。自适应地将工作频率转移到 98 GHz 可显著改善信号质量, 在光域中产生更平坦的光谱包络 (图 4c, 下图)。图 4d 总结了在 94 至 100 GHz 之间测量的 120 Gbps 16-QAM 信号的 BER, 优化工作点为 97.5 GHz, 证实了可重构系统在实现信道自适应方面的有效性。

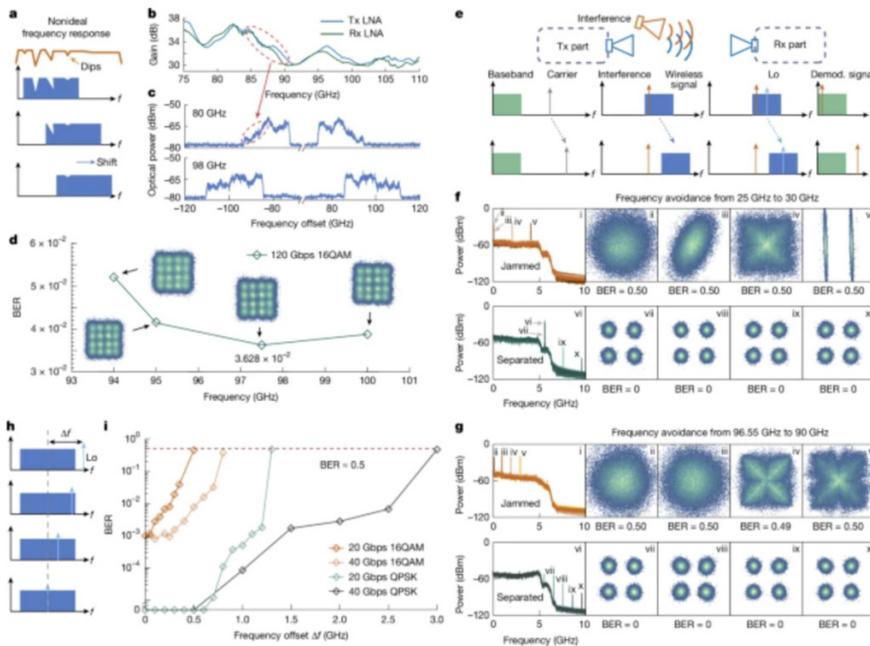


图 4: 系统协调无线频谱管理

无线通信中的另一个常见挑战是由于嘈杂和拥挤的无线环境造成的干扰。如图 4e 所示, 引入一个额外的天线来发射与原始信号在频域上重叠的干扰信号。两个信号同时由 Rx 天线接收。基于可重构光子架构, Tx 端的发射信号可以自适应地调谐, 以避免干扰频段并利用空闲频段。重要的是, Rx 端的 LO 可以同步重构, 以在此过程中保持频率对齐 (接下来将讨论)。在实验中, 20 Gbps QPSK 信号作为目标信号, 而微波源 (Keysight 8257D) 产生具有不同幅度和频率的单音信号作为干扰。

如图 4f,g 所示, 分别演示了 25 GHz 和 96.55 GHz 下的自适应通信。在两种情况下, 干扰信号最初都会与数据

a、频谱自适应示意图。

b、实验中无线信道的非理想频率响应。

c、无线载波频率分别为 80 GHz (上图) 和 98 GHz (下图) 的加载信号的光谱失真。

d、在不同频率信道中测得的 120 Gbps 16-QAM 信号的 BER。

e、主动干扰避免的设置和原理示意图。

f、g、在初始频率为 25 GHz (f) 和 96.55 GHz (g) 时, 在干扰 (插图 i-v) 和分离 (插图 vi-x)

信号情况下的基带功率谱和解调星座图。插图 (i) 和 (vi) 显示了各种情况下目标信号和干扰信号的功率谱密度。插图 (ii-v 和 vii-x) 显示了解调星座图和 BER。

h、目标信号和 LO 之间的频率对齐示意图。

i、四种信号的 BER 与频率偏移的关系。

信号重叠，从而完全扰乱接收信号，并形成不可恢复的星座图。在两种情况下，通过适当调整发射和接收的中心频率，基带低通滤波器成功抑制了干扰，最终误码率为 0。系统的端到端可重构性极大地提高了复杂电磁环境下的通信可靠性。

最后，我们强调了发射端和接收端系统协调可重构性的重要性。为了基于自适应频谱管理解决上述挑战，一个关键要求是发射端的载波频率和接收端的本振频率必须精确对齐以实现零中频（图 4h），因为任何频率偏移都可能对通信质量产生不利影响。图 4i 显示了当本振与载波频率失谐时，各种信号速度和调制格式的误码率（BER）测得值。与 QPSK 相比，16-QAM 对频率偏移更为敏感，这凸显了更先进的调制格式需要精确的载波 - 本振匹配。当频率偏移过大以至于 DSP 无法准确估计时，信号将完全无法恢复，导致 BER 达到 0.5。

### 结论与讨论

综上所述，我们提出并演示了一种集成光电架构，其工作频率范围为 0.5 GHz 至 115 GHz，可用于多频段融合无线通信。载波和 LO 生成、信号加载和接收等基本组件均在具有宽带光子构建模块和可扩展性的同一 TFLN 平台上实现。与以前的光子辅助无线演示相比，这使得可重构全链路无线通信具有更高的带宽、数据速率和系统功能，如表 1 所示。宽带一致性还使所提出的系统能够有效适应复杂的电磁环境，进一步增强其在现实世界无线通信中的可靠性。

在扩展数据表 1 中，我们还制作了一个详细的基准表，以便与电子解决方案进行全面的性能比较。我们还进一步讨论了实现外围光电器件（如天线和放大器）全波段操作所面临的挑战。为了展示无需更改硬件即可实现完整的全频谱无线系统的前景，我们进行了概念验证演示，无需更换任何电子设备即可产生高达 110 GHz 的频率。

Year	Key device	Developed functionalities	Operational range (GHz)	Dynamic response speed (frequency/time)	Verified channels count	Single-channel speed (Gbps)	Dynamic spectrum management
2013 (ref. 18)	UTC-PD	Mixer	Fixed	NA	1	100	No
2019 (ref. 23)	Plasmonic-Mod.	Wireless-photonics conversion	Fixed	NA	1	50	No
2022 (ref. 15)	OFC	Carrier generation	Fixed	NA	1	131	No
2023 (ref. 19)	OFC	Carrier generation	Fixed	NA	1	60	No
2024 (ref. 16)	Bulky LN-Mod.	Wireless-photonics conversion	Fixed	NA	1	32	No
This work	Integrated circuit in TFLN	Full link	0.5–115	6 GHz/180 $\mu$ s	14	100	Yes

UTC, uni-travelling carrier; Mod., modulator; OFC, optical frequency comb; NA, not applicable.

表 1 光子辅助高速无线通信代表成果比较

通过先进的集成技术和架构优化，可以进一步提高集成度和性能。虽然当前实验中的外部光子元件（例如激光器和光电探测器）已经以集成形式实现（方法），但可以通过异质集成的 III-V-on-TFLN 技术实现更高的集成度。我们的初步实验结果表明，可以省去耗电和耗空间的 EDFA，从而实现低系统功耗的完全片上链路。使用超宽带 TFLN 调制器和改进的单行载波 (MUTC) 光电探测器，可以将工作带宽扩展到 THz 范围。为了在紧凑的空间内实现更低的相位噪声，可以将超高 Q MRR 实现为 OEO 中的滤波和储能元件。超低损耗片上光延迟线也可用于在小面积内增加环路距离。将片上元件与弯曲半径低于 5 毫米的最先进的弯曲不敏感光纤共同封装，可以用于空间限制不太严格的应用场景。

展望未来，所提出的系统有望成为一种通用方法，其中可以实现人工智能算法，使硬件动态地适应不断变化的环境和网络动态，遵循人工智能原生概念。此外，所提出的原理图可适用于集成传感和通信 (ISAC)，其中加载的信号可以进一步集成线性调频 (LFM) 信号，从而同时实现实时数据传输和精确的环境感知。

(来源: Nature)

## 国产模拟芯片迎来升维关键时刻

企业上半年财报显示，2025 年，模拟芯片正走出周期性低谷，加快复苏步伐。面向人工智能、汽车电动化、通信技术演进、光伏技术升级等一系列新兴场景，国内厂商正在从产品性能、工艺协同、设计方法学、封装等多个维度开展创新，逐步向市场参与度不足的高端领域渗透。

走出 V 型低谷，新兴动能显现

模拟芯片全球市场规模在 2022 年达到近年来的高点之后，走出了一条“V 型”曲线。WSTS（世界半导体贸易统计组织）历年数据显示，2023-2024 年，模拟 IC 市场规模逐年下滑，但 2024 年的降幅较 2023 年收窄。2025 年上半年，模拟 IC 市场规模温和复苏 4%，预计全年同比增长 3.3%，2026 年预计增幅进一步增长至 5.1%。

年份	市场规模 (亿美元)	较去年同比增减
2022 年	889.83	20.1%
2023 年	812.25	-8.7%
2024 年	795.88	-2.0%
2025 年	816.42*	3.3%
2026 年	855.35*	5.1%

人工智能被视为拉动模拟芯片需求回暖的新兴动能。

在云端 AI 的部署中，AI 服务器、AIDC (AI 数据中心) 等算力基础设施，正面临严峻的能耗挑战，对电源管理芯片等模拟 IC 的用量和性能要求持续提升。纳芯微在 2025 年中报中表示，AI 服务器因其超高算力密度、并行处

理架构与严苛能效要求，对模拟芯片产生了远超传统服务器的需求，例如高密度供电、高速数据采集与传输对电源管理芯片、信号链芯片需求较大。

端侧 AI 同样开辟了模拟 IC 的增量空间。艾为电子 2025 年中报显示，智能手机、智能驾驶汽车、平板电脑等终端设备的智能化升级，需要更高效的电源管理芯片来支持高性能计算和长时间使用。此外，终端设备搭载的传感器数量以及传输数据量持续增加，也需要通过模拟芯片进行处理和传输，对高性能、低功耗模拟芯片的需求也在增长。

汽车的电动化、智能化趋势，在提升单车模拟 IC 用量的同时，催生了新的技术方向。传统燃油车模拟芯片耗用量约 160 颗，而纯电动车因 BMS( 电池管理 )、OBC( 车载充电 )、DC-DC 转换、电机驱动等模块需求，芯片耗用量可达到翻倍以上。

“以前汽车电源主要是 DC-DC ( 直流 - 直流转换器 )、LED 驱动等，现在出现了专门的 BMS ( 电池管理系统 ) 芯片，部分企业靠着快充技术实现突破。汽车的智能化还会带来新的需求，比如车规级传感器、车载网络芯片等，以前汽车里很少有这类产品，现在已经成为标配。” 纳芯微技术创新中心负责人马绍宇表示。

在通信领域，除了 5G 技术演进拉动了基站和终端对模拟芯片的需求，光模块也成为新的增长点。思瑞浦在



中国汽车芯片产业创新战略联盟在 2025 上海车展展出的“汽车芯片应用可视化等比车模”

产品线、人才、生态等方面，仍与国际领军企业存在差距。

首先是高端领域有待突围。在工业、汽车及高端消费电子等领域，国内模拟芯片企业的市场参与度仍需提升。根据 Frost&Sullivan 数据，2024 年中国模拟芯片 CR10（行业前十名市场占有率）占比 38.1%，其中海外厂商占比达 33%；而在汽车模拟芯片这一细分领域，CR10 占比则为 86.1%，其中海外厂商占比达 84.3%。

其次是产品矩阵不够完备。艾为电子在 2025 年中报的经营风险部分提到，相较于公司现有 1500 余种芯片产品型号，同行业集成电路国际巨头拥有上万种芯片产品型号，涵盖了下游大部分应用领域，“一旦国际巨头企业采取强势的市场竞争策略，将会对公司造成竞争压力”。

模拟芯片技术要求高、“吃经验”的特点，使产业对高端人才的需求更加迫切。德邦证券研报指出，高端模拟芯片的设计有很高的技术壁垒，任何一点小小的突破都需要付出很大的努力。以家电为例，要充分考虑高参数降额、全面应力控制、多重负载控制、多区域控制、复位等问题。而中国大陆芯片行业起步晚，人才储备量不足，需要国内模拟芯片厂商进行大量研发投入。

此外，模拟 IC 企业和产业的生态建设仍待加强。业内专家指出，模拟受生态的影响没有数字芯片大，但也造成了国内模拟芯片企业数量多、缺乏头部企业，“小散”企业产品数量不足，难以在各自方案上产生协同。

围绕新兴场景核心维度，把握重点创新方向

在应用场景与市场空间的双重驱动下，国内企业亟需把握切入新兴场景的窗口期，根据最新技术需求调整研究方向，并在工艺开发、系统级封装等方面与产业链上下游形成更加紧密的协作。马绍宇向记者表示，模拟芯片的创新发展有围绕应用场景、推动工艺演进、设计方法学革新三个重点方向。

关注新兴应用场景，是把握模拟芯片技术趋势并驱动技术创新的核心。马绍宇为记者举了一个例子，AI 的爆发，带动了服务器和数据中心领域的需求增长，而数据中心对电源的要求有两个核心维度：一是功率密度，数据中心对体积要求高，需要在有限空间内实现更高功率；二是功率效率，以降低能耗成本。

“多年来，电源管理芯片一直在追求更高的功率密度和效率，比如以前 1000 瓦的电源需要很大体积，现在小型化程度大幅提升；碳化硅、氮化镓等宽禁带半导体材料的应用，也是为了解决能量效率和密度的问题。”马绍宇表示，“所以围绕新兴应用的功率器件革新、电路拓扑优化、封装技术升级，会是重要趋势。”

在工艺方面，BCD（双极-CMOS-DMOS 混合工艺）是当前模拟 IC 行业的主流工艺。在此基础上，纳芯微、恩瑞浦、艾为电子等模拟 IC 企业，正在推进 COT（客户自有工艺），加强与代工企业的协同，更好地优化、定制芯片。

思瑞浦在中报提到，加快推进含有自有工艺能力的 12 寸 COT 产线的建设，提升晶圆端产能自主和成本竞争力。艾为电子表示，COT 工艺在报告期内取得突破性进展，大幅提升了产品核心工艺竞争力。马绍宇表示，目前模拟工艺有三个主要趋势。一是电压更高，汽车领域的 48 伏系统、800 伏高压电池，都是为了实现“轻量化、高扭矩”的目标，驱动模拟工艺向更高电压方向发展，这也是纳芯微推进 COT 工艺的初衷之一。二是功率密度更高，芯片能处理的电流更大，这是纳芯微开发定制化工艺的重要原因；三是芯片尺寸更小，除了 BCD 工艺，特色工艺的集成也是重要趋势，比如集成霍尔元件、磁阻元件等，能提升芯片的集成度和性能。

在设计方法学方面，协同仿真能力将成为重要趋势，能大幅提升前期验证的充分性，降低研发成本，保证研发质量。“我们在工程仿真领域还在构建‘从系统、封装到芯片’的协同仿真能力，在设计早期就能评估 EMI（电磁干扰）、可靠性、热效率等关键指标，把问题解决在前期，减少后续迭代次数。虽然这一趋势在模拟芯片领域不是特别显性，但我认为这是未来的重要方向，如果在协同仿真等设计方法学上落后，可能会被同行弯道超车。”马绍宇说道。

（来源：中国电子报）

## 市场开始对碳化硅“刮目相看”



©视觉中国

今年上半年的碳化硅市场，还曾深陷在“产能过剩”与“价格战”的泥潭。然而，如今的碳化硅似乎找到了新赛道，有望实现“华丽转型”。

### 01 碳化硅，柳暗花明这半年

进入 2025 年，碳化硅产业面临的核心挑战是供给增长速度超过了终端需求的增速。在全球厂商的积极投资下，碳化硅衬底产能迅速扩大。据行业机构预测，2025 年，全球碳化硅衬底年产能预计将达到 400 万片，而同期的市场需求预测约为 250 万片。

显著的供需失衡直接导致了市场价格的激烈竞争。以主流的 6 英寸碳化硅衬底为例，其市场价格在 2025 年内下降幅度超过 40%，部分报价已逼近许多生产商的成本线。这一轮价格下行反映了行业在经历前期高速增长后的周期性调整。

在此市场背景下，相关企业的经营面临挑战。行业领导者之一的 Wolfspeed 公司便是一个典型案例。该公司在此前数年投入数十亿美元进行大规模产能扩张，特别是向 8 英寸晶圆技术进行前瞻性投资。然而，由于欧美市场电动汽车需求增速放缓、8 英寸晶圆在提升良率方面遭遇技术挑战，叠加全球市场激烈的价格竞争，该公司的财务状况持续承压。2025 年 6 月，Wolfspeed 向美国德州南区破产法院申请第 11 章破产保护。

类似的企业经营困境与战略调整，标志着碳化硅行业进入了一轮去产能和市场整合的阶段，过剩的供给状况有

望逐步得到缓解。

在传统应用市场进入调整期之际，AI 领域为碳化硅带来了意料之外的新机遇。9 月 5 日，据报道，为提升性能，英伟达在新一代 Rubin 处理器的开发蓝图中，计划把 CoWoS 先进封装环节的中间基板材料由硅换成碳化硅。目前台积电邀请各大厂商共同研发碳化硅中间基板的制造技术。英伟达第一代 Rubin GPU 仍会采用硅中间基板，不过据该公司计划，最晚 2027 年，碳化硅就会进入先进封装。

碳化硅还被发现可以应用在数据中心中。5 月 20 日，英伟达宣布，该公司将率先向 800V HVDC 数据中心电力基础设施过渡，并与英飞凌和纳微达成了相关合作，意图进一步降低数据中心电源能耗。据报道，这次电源架构的革新将需要采用大量的碳化硅和氮化镓器件。

此外，碳化硅材料在 AR 眼镜领域的应用也在逐渐被市场所发掘。

可是，为什么是碳化硅？

## 02 先进封装、数据中心与 AR 眼镜

先来看碳化硅在先进封装中的应用。

随着人工智能与高性能计算对算力需求的持续攀升，芯片设计正面临一个严峻的物理瓶颈：在 2.5D 等先进封装架构中，连接处理器核心与高带宽内存的传统硅基中介层，已逐渐无法满足下一代芯片在散热与数据传输上的双重需求。

当单颗芯片功耗迈向 1000 瓦甚至更高时，其产生的巨大热量和对信号完整性的极致要求，促使业界必须寻找性能更优越的替代材料，而这就到了碳化硅的优势区间。

碳化硅最核心的优势在于其卓越的热管理能力。传统硅中介层的导热率仅约  $150 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，面对巨大的热流密度时，散热效率低下，易导致芯片核心温度过高，从而引发性能降频或影响长期可靠性。相比之下，单晶碳化硅的导热率高达  $490 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，是硅材料的三倍以上。

这意味着，采用碳化硅作为中介层，能够将该组件从一个被动的承载平台，转变为一个高效的“散热板”，可以迅速地将芯片产生的集中热量均匀导出，显著降低关键的工作结温，为处理器在极限功率下持续稳定运行提供了坚实的物理保障。

除了优异的散热性能，碳化硅在电气特性和结构设计上也展现出巨大潜力。高频信号在密集的电路传输中极易受到寄生电感和信号串扰的影响，从而限制数据传输速度。碳化硅材料不仅具备优良的电绝缘性，还允许通过先进的蚀刻工艺制造出深宽比更高的垂直导通孔（Via）结构。

这种结构优势使得内部互连路径可以设计得更短、更密集，从而大幅削减限制数据传输速度的寄生电感，保证信号的完整性。这最终转化为处理器与内存之间更快、更可靠的数据交换通道，是满足 AI 应用海量数据吞吐需求的关键。

而碳化硅的热管理能力和电气特性也能应用在数据中心供电领域。当前数据中心发展的核心瓶颈在于其中 AI 服务器巨大的能源消耗。传统的 48V/54V 供电架构，在从电网到芯片的多级电压转换过程中存在显著的能量损耗，导致效率低下且散热负担沉重。为应对此挑战，业界正推动一场向 800V 高压直流（HVDC）架构的革新，旨在简化供电链路、降低损耗。

在其中，碳化硅的优势在于其极高的电力转换效率。800V 新架构依赖于固态变压器（SST）和高压直流转换器等关键组件。在这些需要高频、高压开关的场景下，传统硅基器件（如 IGBT）的开关损耗巨大。而碳化硅 MOSFET 的开关能耗比前者低 20 倍以上，这意味着在每次电力转换时，更少的能量以热量的形式被浪费掉。这种特性可以将数据中心从机柜到服务器的整体系统能效提升数个百分点，有效节约了庞大的运营电力成本。

同时，碳化硅的效率优势可以催生出更大的功率密度。由于自身损耗极低，碳化硅器件产生的废热大幅减少，

从而极大地缩小了对其散热系统的要求。这使得电源供应器（PSU）等电力模块的体积和重量得以显著缩减，功率密度实现翻倍增长。在寸土寸金的数据中心机柜中，更高的功率密度意味着可以在相同空间内为更多的 AI 加速器提供动力，直接提升了整体算力部署的效益。同时，碳化硅耐高压、耐高温的材料本性，也确保了整个 800V 电力系统在高负荷下的长期运行稳定与可靠。

为此，不少碳化硅企业预计到 2030 年，800V 数据中心的固态变压器环节将为碳化硅器件创造约 5 亿美元 / 年的市场机会。与此同时，基于碳化硅的固态变压器还将在充电站、微电网等众多领域实现应用，据英国 CSA Catapult 推测，预计到 2030 年，固态变压器市场将以两位数的复合年增长率 (CAGR) 增长，仅英国就有超过 50 万座变电站有望采用碳化硅固态变压器进行升级。

此外，AR 眼镜也是一个适合碳化硅“大展拳脚”的领域。

当前，AR（增强现实）智能眼镜产业正迈向消费级普及的关键阶段，但其发展长期受限于几大核心技术瓶颈：视场角（FOV）狭窄、图像易产生彩虹伪影、以及因高功耗导致的发热和续航短等问题。这些挑战的根源，很大程度上在于其核心光学元件——波导透镜的材料限制。为此，业界正转向碳化硅。碳化硅具有卓越的光学特性与结构稳定性。AR 眼镜的沉浸感体验直接取决于视场角大小，而传统玻璃或树脂材料因折射率较低（约 1.8-2.0），若要实现大视场角则镜片必须做得又厚又重。碳化硅的折射率高达 2.6-2.7，能在单层、超薄的镜片上实现 70 度以上的宽广视场角，从物理层面解决了设备的笨重问题。同时，碳化硅拥有仅次于钻石的超高硬度，这使其在纳米级光栅刻蚀过程中能保持极高的结构精度，有效抑制了因材料形变或加工误差导致的彩虹伪影，显著提升了成像质量。

其次，还是凭借优异的热管理与电气效率，碳化硅有望解决 AR 眼镜的功能性难题。AR 设备中的 MicroLED 等微显示器为保证户外可见性，需要维持高亮度输出，但这会产生大量热量，影响元器件寿命和稳定性。碳化硅的导热率远超传统玻璃上百倍，可作为高效的散热基板，快速将显示核心产生的热量传导出去。此外，碳化硅在电源管理单元中更高的转换效率，有助于延长设备续航，为实现“全天候佩戴”的终极目标提供支持。

### 03 国内厂商纷纷发力

而面对这些“未来可期”的市场，国内的碳化硅厂商自然也有所动作。

9 月 17 日，三安光电董事长林志强在公司线上业绩说明会上透露，在 AI/AR 眼镜领域，三安光电的 Micro LED 产品正与国内外终端厂商配合做方案优化，已从技术验证迈向小批量验证阶段。

据介绍，三安光电旗下湖南三安是国内为数不多的碳化硅全产业链垂直整合制造平台，产业链包括晶体生长—衬底制备—外延生长—芯片制程—封装测试，产品已广泛应用于新能源汽车、光伏储能、充电桩、AI 及数据中心服务器等领域。目前，湖南三安已拥有 6 英寸碳化硅配套产能 16,000 片 / 月，8 英寸碳化硅衬底产能 1,000 片 / 月、外延产能 2,000 片 / 月，其 8 英寸碳化硅芯片产线已于 2025 年 Q2 实现通线

9 月 11 日，天岳先进在互动平台表示，公司的碳化硅衬底可被广泛应用于功率半导体器件、射频半导体器件以及光波导、TF-SAW 滤波器、散热部件等下游产品中，主要应用行业包括电动汽车、光伏及储能系统、电力电网、轨道交通、通信、AI 眼镜、智能手机、半导体激光等。公司的碳化硅衬底经客户制成电力电子器件，该等器件最终应用于诸如电动汽车、AI 数据中心及光伏系统等多领域的终端产品中。

天岳先进成立于 2010 年，专注于碳化硅半导体材料研发与生产。目前，天岳先进是全球少数能够实现 8 英寸碳化硅衬底量产、率先实现 2 英寸到 8 英寸碳化硅衬底商业化的公司之一，并于 2024 年 11 月全球首发 12 英寸碳化硅衬底。根据资料，按 2024 年碳化硅衬底的销售收入计，天岳先进是全球排名前三的碳化硅衬底制造商，市场份额为 16.7%。

9 月 9 日，晶盛机电发布投资者关系活动记录表公告称，公司碳化硅衬底材料业务已实现 6-8 英寸碳化硅衬底规模化量产与销售，量产的碳化硅衬底核心参数指标达到行业一流水平，并实现 12 英寸导电型碳化硅单晶生长技

术突破，成功长出 12 英寸碳化硅晶体。同时，公司积极推进碳化硅衬底在全球的客户验证，送样客户范围大幅提升，产品验证进展顺利，并成功获取部分国际客户批量订单。

晶盛机电成立于 2006 年 12 月，公司围绕硅、蓝宝石、碳化硅三大半导体材料提供光伏和半导体产业链装备，并延伸至化合物衬底材料领域。其主要产品包括各类晶体生长炉和硅片加工设备。除此之外，晶盛机电还有半导体硅片材料的相关业务。

#### 04 结语

据 Yole 预测，2027 年全球碳化硅功率器件市场规模将达到 62.97 亿美元；TrendForce 数据显示，其 2023—2028 年复合年增长率（CAGR）高达 25%；沙利文则进一步预测，2030 年全球碳化硅衬底端市场规模将增长至人民币 664 亿元。

碳化硅的“转型”成功，无疑源于其材料特性对 AI、新能源等领域的适配。而新市场带来的需求，无疑也会引发国内外厂商的剧烈争夺。

（来源：半导体产业纵横）

## 国产半导体设备，冰火两重天



近日，SEMI 在《全球半导体设备市场报告》中宣布，2025 年第二季度全球半导体设备出货金额达到 330.7 亿美元，同比增长 24%。受先进逻辑制程、HBM 相关 DRAM 应用以及亚洲地区出货量增加的推动，2025 年第二季度销售额环比增长 3%。

从区域市场表现来看，2025 年第二季度中国大陆半导体设备销售额达 113.6 亿美元，尽管同比小幅下滑 2%，但环比增长 11%，以约 34.4% 的市场份额持续

稳居全球第一大半导体设备市场。这也是中国大陆半导体设备份额占比首次超过三分之一。这一庞大的市场体量，为国产半导体设备企业带来了广阔的发展空间。如今 2025 年早已过半，半导体设备厂商也纷纷交出了上半年的答卷。

#### 01 前道工艺设备：平台型企业强者恒强，头部业绩持续高增

在半导体设备领域，工艺设备因技术壁垒高、市场规模大，始终是行业关注的核心。其涵盖刻蚀设备、薄膜沉积设备（PVD、CVD）、晶圆清洗设备、离子注入机、化学机械抛光（CMP）设备等关键品类，直接决定芯片制造的工艺水平与良率。

从上半年业绩来看，头部工艺设备企业凭借技术积累与平台化布局，实现了营收与利润的双重高增，呈现“强者恒强”的竞争态势：

公司名称	股票代码	营收 (亿元)	同比增长率	归母净利润 (亿元)	同比增长率	扣非净利润 (亿元)	同比增长率	主营业务/产品
北方华创	002371.SZ	161.42	29.51%	32.08	14.97%	31.81	20.17%	刻蚀机、PVD、CVD、清洗设备等
晶盛机电	300316.SZ	57.99	-42.85%	6.39	-69.52%	5.36	-74.42%	围绕硅、蓝宝石、碳化硅材料开发一系列关键设备
中微公司	688012.SH	49.61	43.88%	7.06	36.62%	5.39	11.49%	刻蚀机、MOCVD、薄膜沉积设备等
盛美上海	688082.SH	32.65	35.83%	6.96	56.99%	6.74	55.17%	半导体清洗设备 (SAPS/TEBO 技术)、电镀设备等
屹唐股份	688729.SH	24.82	18.77%	3.48	40.23%	2.54	16.66%	干法去胶设备、快速热处理设备、干法刻蚀设备等
长川科技	300604.SZ	21.67	41.80%	4.27	98.73%	3.57	71.32%	测试机 (SoC、存储芯片测试)
拓荆科技	688072.SH	19.54	54.25%	0.94	-26.96%	0.38	91.35%	薄膜沉积设备 (PECVD、ALD、SACVD)
华海清科	688120.SH	19.5	30.28%	5.05	16.82%	4.6	25.02%	化学机械抛光 (CMP) 设备
至纯科技	603690.SH	16.08	5.25%	0.39	-46.68%	0.2	-71.34%	清洗设备等
精测电子	300567.SZ	13.81	23.20%	0.28	-44.48%	-0.25	-742.46%	显示面板检测设备、半导体前道量测设备
京仪装备	688652.SH	7.35	45.38%	0.9	12.84%	0.75	26.21%	半导体专用温控设备、工艺废气处理和晶圆传片设备
芯源微	688037.SH	7.09	2.24%	0.16	-79.09%	-0.5	-238.44%	涂胶显影设备 (前道晶圆处理)、单片式清洗设备
中科飞测	688361.SH	7.02	51.39%	-0.18	亏损收窄	-1.1	亏损收窄	光学量检测设备
天准科技	688003.SH	5.97	10.32%	-0.14	亏损收窄	-0.23	亏损收窄	量检测设备; 参股矽行半导体微场检测设备
华峰测控	688200.SH	5.34	40.99%	1.96	74.04%	1.75	37.66%	探针台、测试设备
金海通	603061.SH	3.07	67.86%	0.76	91.56%	0.74	113.80%	测试分选机
矽电股份	301629.SZ	1.82	-36.88%	0.21	-62.29%	0.19	-64.75%	探针台、分选机、曝光机和 AOI 检测设备
晶升股份	688478.SH	1.58	-20.29%	-0.07	-121.29%	-0.2	-213.81%	半导体级单晶硅炉和碳化硅单晶炉
联动科技	301369.SZ	1.56	14.21%	0.12	335.11%	0.07	340.45%	半导体自动化测试系统、激光打标设备等
凯世通	-	0.71	313.92%	-1.31	亏损扩大	-	-	离子注入机 (万业企业子公司)

北方华创：上半年营收 161.42 亿元，同比增长 29.51%；归母净利润 32.08 亿元，同比增长 14.97%；扣非净利润 31.81 亿元，同比增长 20.17%。细分业务中，刻蚀设备收入超 50 亿元，薄膜沉积设备收入超 65 亿元，热处理设备收入超 10 亿元，产品线优势显著。此外，公司完成对沈阳芯源微电子的收购，进一步完善了半导体装备领域的产品矩阵，市场竞争力持续增强。

中微公司：上半年营收 49.61 亿元，同比增长 43.88%；归母净利润 7.06 亿元，同比增长 36.62%；扣非净利润 5.39 亿元，同比增长 11.49%。业绩增长核心源于高端刻蚀设备的量产突破——针对先进逻辑器件与先进存储器件的关键刻蚀工艺产品新增付运量大幅提升，多款设备实现大规模量产。同时，公司研发提速明显，过去 3-5 年开发一款新设备的周期，现已缩短至 2 年以内，目前在研项目涵盖 6 类设备、超 20 款新设备，未来产品迭代节奏将进一步加快。

盛美上海：上半年营收 32.65 亿元，同比增长 35.83%；归母净利润 6.96 亿元，同比增长 56.99%；扣非净利润 6.74 亿元，同比增长 55.17%。盛美上海表示，公司深入推进产品平台化，产品技术水平和性能持续提升，产品系列日趋完善，满足了客户的多样化需求，市场认可度不断提高，为收入增长提供了有力支撑。

屹唐股份与华海清科：同样表现稳健。屹唐股份上半年营收 24.82 亿元，同比增长 18.77%；归母净利润 3.48 亿元，同比增长 40.23%。华海清科营收 19.50 亿元，同比增长 30.28%；归母净利润 5.05 亿元，同比增长 16.82%；扣非净利润 4.60 亿元，同比增长 25.02%，在 CMP 设备领域的优势持续巩固。

不过，并非所有前道设备企业都实现增长。拓荆科技、至纯科技、芯源微上半年净利润均出现下滑，其中凯世通（万业企业子公司）更是亏损扩大。这一分化背后，核心原因在于平台型企业的竞争优势持续凸显。

对晶圆厂而言，选择同一家厂商的成套设备，可提升系统兼容性与集成度，降低维护管理成本，同时优化生产线升级效率，保障设备一致性与芯片良率；对设备商而言，平台化布局可复用共性技术，大幅降低研发成本，缩短产品验证周期。因此，具备多元化产品矩阵与技术复用能力的头部企业，更能在行业竞争中占据主动。

## 02 封测设备业绩暴涨，先进封装成增长引擎

随着人工智能 (AI) 与高性能计算 (HPC) 需求的爆发，先进封装技术成为提升芯片性能的关键路径。据 Yole Group 预测，2030 年全球先进封装市场规模将突破 794 亿美元，2024-2030 年复合年增长率 (CAGR) 达 9.5%，AI

与高性能计算需求成为复苏周期主要驱动力。

先进封装产能快速扩张，进而带动了设备商受益！封测设备主要包括探针台、分选机、测试机等传统品类，而先进封装因引入前道工艺（如 TSV 刻蚀、电镀、键合等），进一步带动了部分前道设备的需求。上半年，国内头部封测设备企业业绩表现亮眼：

华峰测控：上半年营收 5.34 亿元，同比增长 40.99%；归母净利润 1.96 亿元，同比激增 74.04%；扣非净利润 1.75 亿元，同比增长 37.66%。华峰测控表示，市场最强劲的需求来自 AI 服务器及相关数据中心建设。生成式 AI 应用的持续爆发，直接引爆了对高性能计算（HPC）芯片、高带宽存储器（HBM）和先进封装（如 CoWoS）的需求。

金海通：上半年营收 3.07 亿元，同比增长 67.86%；归母净利润 7600.55 万元，同比增长 91.56%；扣非净利润 7381.41 万元，同比增长 113.80%。其主要受益于半导体封装测试设备需求回暖，尤其是 EXCEED-9000 系列产品销售收入占比提升至 51.37%。

长川科技：上半年营收 21.67 亿元，同比增长 41.80%；归母净利润 4.27 亿元，同比增长 98.73%；扣非净利率提升至 3.57 亿元，同比增加 71.32%。长川科技今年上半年业绩增长主要是因为产品销售需求持续增长。业内人士表示，长川科技加码高端封测设备领域，通过聚焦 SoC 测试机、存储测试机等高端产品，公司正从传统设备供应商向技术壁垒更高的领域延伸，战略重心从规模扩张转向技术驱动，旨在提升利润空间与国际竞争力。

值得注意的是，行业内仍存在分化。矽电股份上半年营收 1.82 亿元，同比下降 36.88%；归母净利润 2135.61 万元，同比下降 62.29%；扣非净利润 1956.34 万元，同比下降 64.75%，其业绩下滑或与高端设备研发进展不及预期有关。

此外，部分前道设备企业也开始布局先进封装领域，形成“跨赛道”竞争优势：盛美上海开发后道先进封装工艺设备，并将前道设备应用于先进封装场景；拓荆科技推出三维集成领域的先进键合设备及配套量检测设备；北方华创则在 HBM 芯片制造与先进封装领域，提供刻蚀、薄膜沉积、热处理、湿法、电镀等多款核心设备，进一步拓宽了市场空间。

### 03 量检测设备：研发投入期仍未盈利

半导体量检测设备是芯片良率的“守护者”，主要应用于前道晶圆制造与中道先进封装的工艺控制，分为“缺陷检测”与“量测”两大类：缺陷检测聚焦晶圆表面的颗粒污染、划伤、开短路等问题；量测则量化薄膜厚度、关键尺寸、刻蚀深度等物理参数，直接影响芯片制造的工艺精度。

尽管市场需求明确，但国产量检测设备企业目前仍处于“研发投入期”，上半年普遍未实现盈利，但亏损收窄与技术突破成为重要亮点：

中科飞测：上半年营收 7.02 亿元，同比增长 51.39%；净利润亏损 1835.43 万元，较去年同期的 6801 万元大幅收窄；扣非净利润亏损 1.1 亿元，较去年同期的 1.15 亿元亦有所减少。对于业绩变化，中科飞测表示，营业收入增长，主要系受益于公司核心技术突破和产品种类丰富，以及本土化需求的快速发展等影响，公司客户群体和客户订单持续增长；净利润亏损，主要系受研发投入大幅增长及股份支付费用增加等综合因素影响所致。

精测电子：上半年营收 13.81 亿元，同比增长 23.20%；归母净利润 2766.64 万元，同比下降 44.48%；扣非净利润亏损 2544.12 万元。净利润下滑主要有两方面原因：一是为应对半导体、显示领域的人才竞争，公司优化人才梯队，扩充研发为主的高端人才，导致研发、销售及管理费用上升；二是显示领域销售收入下降，对整体业绩形成拖累。

天准科技：上半年营收 5.97 亿元，同比增长 10.32%；归母净利润亏损 1419.23 万元，扣非净利润亏损 2267.59 万元，亏损均有所收窄。不过天准科技业务比较多元化，其半导体量检测业务主要由其参股的子公司苏州矽行半导体技术有限公司负责，目前面向 40nm 工艺节点的 TB1500 明场检测设备在国产品牌中率先取得客户正式订单；面向 14-28nm 工艺节点的 TB2000 明场检测设备正在与多家头部客户进行晶圆样片验证。

值得注意的是，为了抓住数据中心、超算、AI 等行业快速发展对高性能芯片带来的强劲需求，精测电子积极对

先进封装技术进行战略布局，通过增资湖北星辰，深化与湖北星辰等核心客户的战略合作与绑定。而中科飞测应用在 HBM 等新兴先进封装领域的产品也在 2024 年通过多家国内头部客户验证，并推动订单规模的持续增长。

整体来看，国产量检测设备企业虽未盈利，但在技术研发与市场拓展上已取得阶段性成果，随着先进封装需求的释放与本土化的推进，未来有望逐步实现盈利。同时，由于市场对相关人才竞争激烈，企业还在加大投入。

#### 04 晶体生长设备：光伏业务拖累业绩，半导体业务成“新希望”

晶体生长设备主要用于硅片与化合物材料（以碳化硅为主）的制备，其技术水平直接决定半导体级硅片、碳化硅单晶衬底的规格与性能。国内晶体生长设备企业多由光伏设备商升级而来，光伏业务占比高，因此上半年受光伏行业周期性调整影响，业绩普遍下滑：

晶盛机电：上半年营收 57.99 亿元，同比下降 42.85%；归母净利润 6.39 亿元，同比下降 69.52%；扣非净利润 5.36 亿元，同比下降 74.42%。公司明确表示，业绩下滑主要因光伏行业周期性调整，导致光伏设备与材料收入及盈利同比下降。不过，半导体业务表现亮眼，截至 2025 年 6 月 30 日，公司未完成的集成电路及化合物半导体装备合同超 37 亿元（含税）。

晶升股份：上半年营收 1.58 亿元，同比下降 20.29%；归母净利润由盈转亏，亏损 745.09 万元。业绩承压的原因包括行业周期性波动、本期验收产品结构暂时性变动，以及主要验收的光伏产品毛利率下降。

从行业趋势来看，尽管光伏业务短期拖累业绩，但随着碳化硅等第三代半导体材料需求的增长，以及半导体级硅片国产化率的提升，晶体生长设备企业的半导体业务有望逐步发力，成为业绩修复的关键。

#### 05 总结

2025 年上半年，国产半导体设备行业呈现出鲜明的“冰火两重天”格局：前道工艺设备头部企业与封测设备企业凭借技术优势与平台化布局，实现业绩高增；量检测设备企业虽仍处亏损，但技术突破与亏损收窄显现积极信号；晶体生长设备企业则受光伏业务拖累，业绩承压。

未来，行业分化或将进一步加剧：一方面，AI、HPC、HBM、先进封装等需求将持续拉动高端设备需求，具备核心技术与多元化布局的企业将持续受益；另一方面，技术壁垒较低、业务结构单一的企业可能面临更大竞争压力。对国产设备企业而言，加速核心技术突破、聚焦高景气赛道、构建平台化能力，将是在全球竞争中占据主动的关键。

（来源：半导纵横）

## AI 时代，建设一座未来晶圆厂要多少钱？

### 在当前的 AI 浪潮下，新建一座晶圆厂到底需要多少钱？

今年 3 月，全球半导体代工巨头台积电（TSMC）宣布，将追加 1,000 亿美元投资美国市场，用于在亚利桑那州凤凰城新建三座先进制程晶圆厂、两座先进封装厂及一座研发中心，形成从制造到封测的完整链条，加上已在当地投资 650 亿美元建设两座晶圆厂使其在美总投资额攀升至 1,650 亿美元。

进入到 AI 时代，叠加汽车电动化以及数字化等产业趋势下，半导体产业增长的逻辑仍在强化，2030 年半导体市场规模有望突破 1 万亿美元。与之相对应的，也推高了全球范围内晶圆厂的建设投资。

根据 SEMI 最新的全球晶圆厂（Fab）预测季度报告，预计半导体行业将在 2025 年启动 18 个新晶圆厂建设项目。

新项目包括：3座200毫米和15座300毫米晶圆设施，其中大部分预计将于2026年至2027年开始运营。2025年，美洲和日本是领先地区，各计划建设4个项目。中国大陆、欧洲及中东地区并列第三，各计划建设3个项目。中国台湾计划建设2个项目，而韩国和东南亚各计划建设1个项目。

众所周知，半导体公司由于资本开支巨大，形成了较强的技术壁垒和资金壁垒，其中半导体研发投入和晶圆厂建设成本是两大重头。而随着工艺节点的突破，资本支出则进一步高企。

那么建设一座未来的晶圆厂，钱究竟都花在了哪？本文就以一座先进工艺7nm的晶圆厂为例，从设计到开工建设到运营量产，来一一拆解分析。

### 建设成本

晶圆厂的核心是洁净室层（Clean room level）。实际进行制造过程的工厂车间洁净室下方是次级晶圆厂（Sub-fab），一层或多层（通常为两层），其中包含支持洁净室操作所需的管道、管道、布线和设备。洁净室层上方是一个间隙空间（Interstitial and fan deck），配有风扇和过滤器，用于将空气再循环到下面的洁净室（Utility level），其中设计成本5%，土建成本35%，机电系统成本30%，洁净室成本35%。一般7nm先进工艺以下的晶圆厂总成本超过200亿美元，其中建筑结构本身需要花费40亿至60亿美元，占总成本的10~20%，从成本角度来看，未来新晶圆厂的破土动工在前期和持续支出方面都将比几年前更加昂贵。根据统计，中国台湾建设晶圆厂大约需要19个月，新加坡和马来西亚需要23个月，欧洲约34个月，而美国最长，可达38个月。

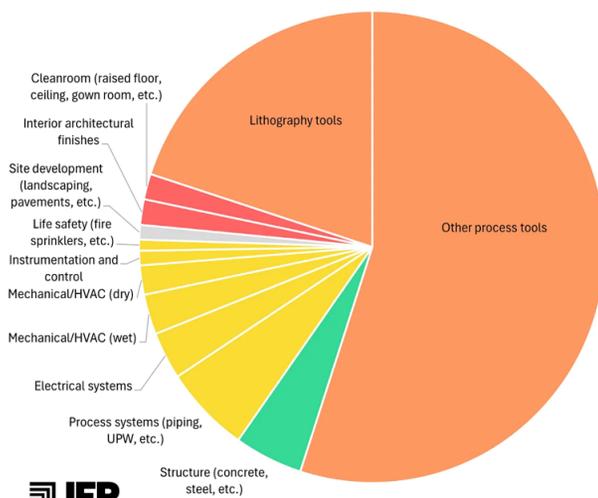


### 设备成本

晶圆厂的设备成本占到70~80%。就设备成本而言，最大的支出通常是光刻机，光刻机在设备支出中占比约30%，占新晶圆厂总成本的20%，这意味着光刻工具的成本可能与整个晶圆厂设施本身的成本一样高。另外，刻蚀设备占比约20%-25%，薄膜设备占比约15%-17%，这三者合计占比约53%-63%，为前道制程中主要的设备投资。每个新的工艺节点都会使晶圆厂成本增加约30%。

非存储器公司中，收入增幅最健康的是微芯片科技

### Cost Breakdown of a Semiconductor Fab



公司（11%）、意法半导体公司（10%）和德州仪器公司（9.3%）。五家公司的收入较2025年第一季度有所下降。

### 生产成本

晶圆厂的生产耗材成本占到总成本的5%，其中主要包括晶圆原材料、气体、化学试剂、零部件等耗材以及人工等成本。其中，硅片、光掩膜版、电子特种气体、光刻胶及附属产品、CMP抛光材料、湿法电子化学品、靶材等，在晶圆制造材料成本占比中分别为：33%、14%、13%、13%、7%、4%、3%。硅片作为晶圆基

本载体市场份额占比最高，在如今高度自动化的晶圆制造工厂中，劳动力成本在总成本中占比不到 2%。

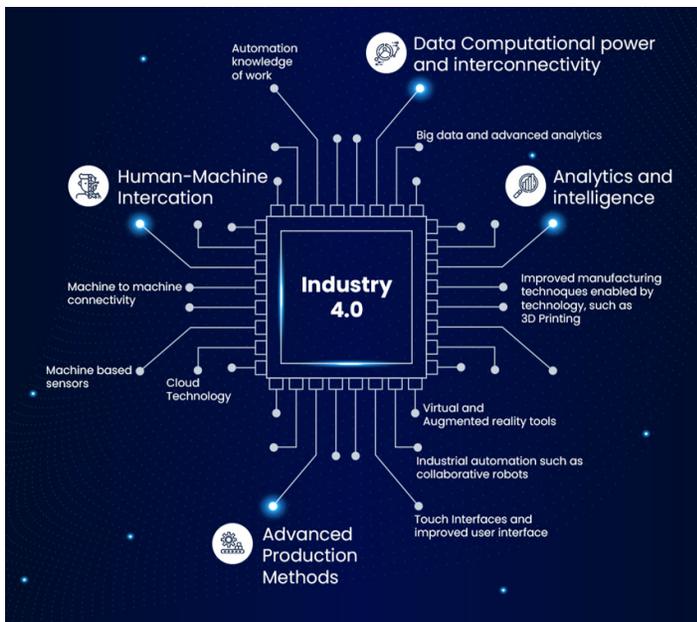
### 运营成本

研发投入占总支出的比例较高。研发投入的资金可能在长期运营中占据 5% 到 10% 的比例。投产后的持续优化阶段虽然运营成本（OpEx）较低，但折旧仍然是持续的负担，尤其是设备的折旧，每年都需要进行规划和预算，一般厂房折旧 10~20 年，费用 0.25 亿~0.5 亿美元/年，设备折旧在 5~10 年，折旧费用 8~10 亿美金/年，平均到单片晶圆占比近一半成本。晶圆厂在量产后的 2~3 年开始盈利，在运行良好的情况下（如良率的稳定产能利用率 85% 以上），第 5 年进入盈利的高峰期。

研发阶段（10~20亿美金/年）	量产阶段（30~50亿美金/年）	长期技术迭代阶段（1~5亿美金/年）
设备调试与维护2~5亿美金 原材料采购1~2亿美金 运营费用1~3亿美金	生产线扩展10-15亿美金 原材料采购10-20亿美金 运营费用5-8亿美金	生产线扩展1-2亿美金 产能扩展1-2亿美金 生产线维护与优化1-2亿美金

### AI 升级成本

随着工艺节点持续微缩，传统的制造过程问题检测技术已经过时。在晶圆制造中，人工缺陷分类的培训至少需要 6 到 9 个月的时间，即使在培训完成后，专业的操作员通常也只能保持 70-85% 的准确率。而在引入大规模机器学习和高级分析后，工程师在几分钟内就能找到潜在的根本原因，而此前则要花费几个小时甚至几天。在智能制造、工业 4.0 等新兴概念的驱动下，制造业能够从人工智能和机器学习中获得最多的收益，麦肯锡预计这将使制造成本降低 17%。



不过相应的，晶圆厂建设升级的成本从 65nm 时

代的 4 亿美元增加到 5nm 时代的 54 亿美元。

### 总结

先进制程晶圆厂的总投资在 100-200 亿美金。初期投资主要集中在建设厂房、购买设备和提供基本设施，这一阶段的资金需求大部分用于资本支出（CapEx）。在运营阶段，折旧费用会逐年增加，设备折旧费用是最大的支出项，尤其在前期，厂房和基础设施折旧的负担较轻。盈亏平衡点预计在第 2 至第 3 年内，随着产量提升和市场订单的增加，预计开始进入盈亏平衡点，在第 4 至第 5 年进入稳定盈利期。而研发的投资贯穿整个晶圆厂的生命周期，从早期的工艺研发到后期的技术更新和工艺迭代，每个阶段的研发投入金额是根据实际需要逐步增加的。在人工智能的普及下，晶圆厂需要对厂房和生产系统进行持续

升级，这个过程的投资金额也是持续增加的。

随着工艺制程节点的持续推进，晶圆厂的各项资本支出会越来越高，折合到单片晶圆的成本同样升高。例如台积电每片 2nm 晶圆的报价高达 3 万美元，折合人民币约 22 万元。这还不算完，预计到 2028 年量产的 1.4nm 晶圆，其成本将再上涨 50%，达到惊人的 4.5 万美元，折合人民币约 32.3 万元。

（来源：SEMI）

## AI 革命 EDA，短板在哪里？

受到 ChatGPT 等生成式 AI 模型的启发，世界发生了改变。这些模型非常适用于副驾驶（copilots）和智能体 AI（agentic AI）等领域，但它们在 EDA（电子设计自动化）工具中的应用前景尚不明朗。那么，什么才是合适的应用方式？AI 能否让 EDA 工具更快速、更出色？

在过去的 40 年里，EDA 一直在推动摩尔定律的发展，这要求不断突破已开发的许多算法和技术的极限（见图 1）。在某些情况下，算法可能早已存在，但缺乏足够的计算能力使其变得实用。基于 AI 的解决方案也同样如此。

“这对 EDA 来说并非新征程，” Cadence 公司战略与新业务部门总监 Rob Knoth 说。“这是我们几十年来一直在努力的方向。随着技术的每一次进步，工程师们都迫切地拥抱自动化。没有这些自动化，他们根本无法按时回家与家人共进晚餐。每一代技术的更新，工作量和复杂性都在呈指数级增长。”

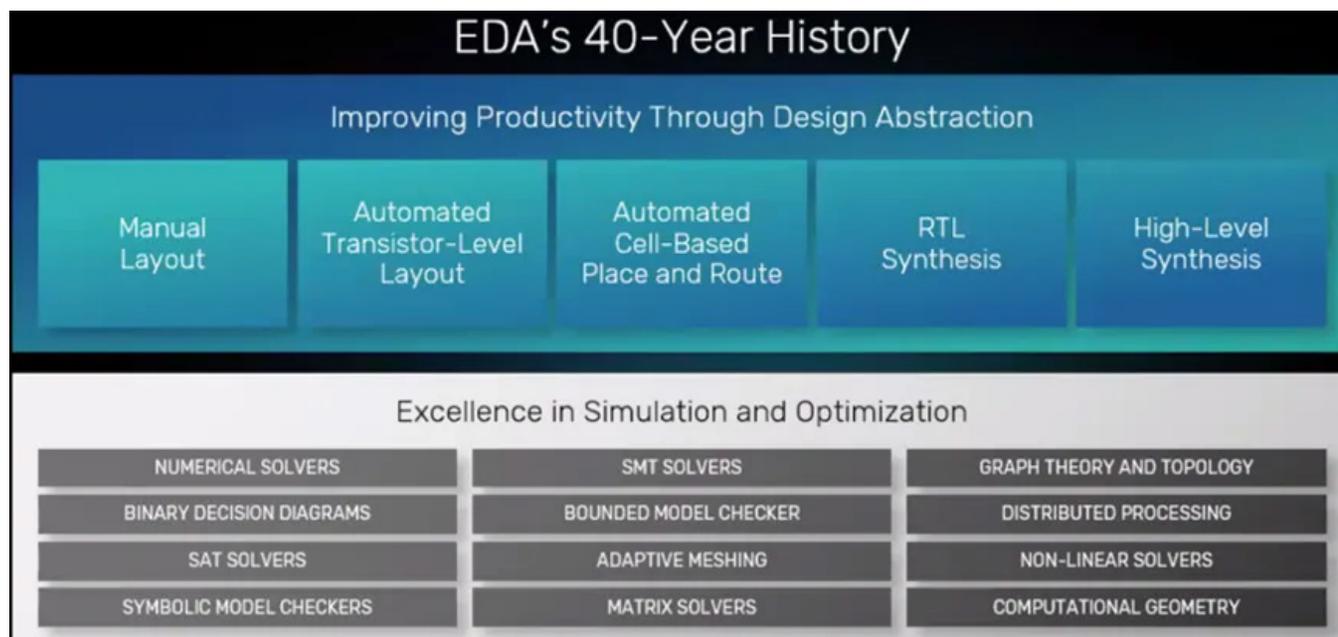


图 1: EDA 和算法的演进。来源：Cadence

在 EDA 内部使用 AI 并不新鲜。最早的开发者之一是 Solido Solutions（现为西门子 EDA 的一部分），该公司成立于 2005 年，远在生成式 AI 问世之前。该公司当时就使用了机器学习技术，还有其他一些例子是基于强化学习的。“早期的工具主要关注如何通过更少的仿真次数获得更好的设计覆盖率，而不是采用暴力穷举法，”西门子 EDA 定制 IC 部门副总裁兼总经理 Amit Gupta 说。“这些都是在工具内部非常有意义的应用。”

许多其他工具也紧随其后。“想想我们在过去五年中发布的所有技术，”Synopsys 公司高级总监兼 AI 产品管理负责人 Anand Thiruvengadam 说。“这始于基于强化学习的优化技术。”

每家公司都采用了他们认为有意义的技术。“我们利用了规划算法，”Breker Verification Systems 公司的首席执行官 Dave Kelf 说。“这是一种广泛使用的智能体方法（agentic approach），它在测试生成中为状态空间探索增添了智能，而不仅仅是简单的随机决策。”

但就在两年多前，AI 的感知能力实现了质的飞跃，这得益于计算能力的爆炸性增长。生成式 AI 变得触手可及，

最近又引入了实现智能体 AI 的工具和平台（见图 2）。尽管围绕其经济效益可能存在疑问，但计算能力的增长目前没有放缓的迹象。

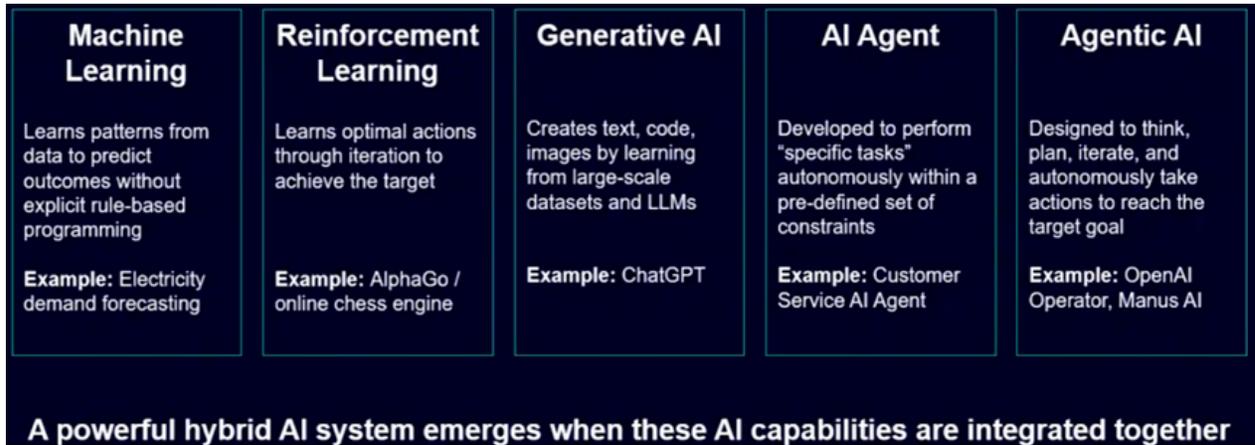


图 1: EDA 和算法的演进。来源: Cadence

然而，这些进步并不意味着每一项新技术都比已有的技术更优越。“别忘了底层数学，” Cadence 公司的 Knoth 说。“AI 是一项了不起的技术，但孤立地使用 AI 并不总是获得答案最有效或最精准的方法。如果你有数学和物理学来描述一个系统，通过计算来获得答案是一种极其有效和精确的工作方式。AI 可以帮助加速这个过程。AI 可以从我们的计算中学习。但你不能放弃这些第一性原理。你不能放弃对这个领域的真正了解，因为这才是真正的超能力。当你思考它们如何相互强化和帮助时，真正的奇迹就发生了。”

大多数 EDA 工具仍然是基于规则的。“你仍然需要处理一些最终目标和最终约束，” Arteris 公司的首席营销官 Michal Siwinski 说。“在这种框架下，AI 将存在于工具内部和外部。两者都是必需的，但它们的行为方式会不同。考虑到已经有许多工具在内部采用了 AI，并且展示出持续且可信的良好结果，关于 AI 的这个疑问在本世纪初就已经得到了解答。从那时起，我们只是在不断地完善和改进它。”

### EDA 的独特需求

任何芯片设计失败的代价都非常高昂，这意味着准确性和可验证性是 EDA 工具中两个备受推崇的特性。“他们不希望 AI 成为一个黑盒解决方案，吐出一个答案，然后你不确定它是否正确，”西门子的 Gupta 说。“你希望能够透明、清晰地看到它是如何得出解决方案的，从而使其可以被验证。它需要能够处理广泛的设计问题，而不仅仅是特定案例，需要具有普遍的鲁棒性。”

在处理优化问题时，正确性是一个更容易解决的问题。“基于强化学习的优化技术本质上就是为了帮助解决这个问题，” Synopsys 公司的 Thiruvengadam 说。

“通常在芯片设计中，你面对的是一个非常大的设计空间或优化空间，你必须有一种有效的方法来探索这个空间，以得出正确的解决方案，最好的答案，或者一组最好的答案。这是一个非常棘手的问题。这就是 AI 可以提供帮助的地方。”

设计优化可以提高工程师的生产力。“这有助于让一名工程师在子系统层面变得异常高效，” Knoth 说。

“这有助于将一个在某个模块上成功的‘配方’移植到另一个模块上。这是关于在短时间内提供更好的 PPA（功耗、性能、面积）的艰苦工作，而不需要大量的新工程投入。这并没有使用大型语言模型。它用的是强化学习。你不能只被最新的‘闪亮’事物分心。这关乎于在你几十年里所建立的‘卓越’基础上继续发展和掌控它。”

将错误的模型应用于问题是麻烦的开始。“许多现有公司对 AI 技术感到沮丧，基本上只是将通用的 GPT 模型简单封装成普通的大语言模型调用（vanilla LLM calls），” Normal Computing 公司的产品经理 Hanna Yip 说。“它们不理解设计验证工程师所处的特定上下文和代码库。这会导致幻觉和上下文缺失，这在芯片验证中是致命的。AI 需要利用的不仅仅是这些基本模型。在代码库内部进行形式化建模和智能体方法才是正确的方法。”

问题的规模超出了某些商业产品的能力。“我们

不是简单地使用现成的 AI、开源算法，并将其应用于 EDA，” Gupta 说。“相反，我们考虑的是我们正在处理的问题规模。我们谈论的是每个器件有七个工艺参数，来自代工厂。我们谈论的是数百万个器件。我们谈论的是巨大的维度问题。工具还必须能够理解 EDA 中存在的不同模态。有原理图、波形、Excel 表格，它们必须同时了解芯片设计和电路板设计。”

即使有了新的方法，目标也没有改变。“你仍然在每项技术内部拥有决策树，” Arteris 公司的 Siwinski 说。“在这里面，你可以替换一些‘笨拙的启发式算法’（dumb heuristics）。你能否通过强化训练做得更好？或者使用 AI 技术进行更好的聚类 and 分类来提前进行一些分析？有‘笨拙’的分析方法，也有‘聪明’的分析方法。我们能否确保所有技术中的启发式算法变得更好并持续改进？简短的回答是肯定的。几乎所有现代工具都在一定程度上做到了这一点，因为你只是在改变用于执行任务的算法类型和数学类型。无论是设计、验证还是实现，你只是在改变算法。”

有好的方面，也有一些坏的方面。“你需要数据来训练模型，”现在是 Synopsys 一部分的 Ansys 公司总监 Rich Goldman 说。“这给了现有的 IC 设计公司和现有的 EDA 公司巨大的优势。这会使初创公司更难参与到 EDA 工具的创建中。他们更难从模型中获得这种优势。未来会有一些通用的模型和大语言模型可以被他们利用，但无法达到老牌公司的程度，因为老牌公司拥有数据。”

### 信任是使用 AI 工具的关键难题

“签核（Sign-off）关乎信任，” Knoth 说。“准确性在其中起着巨大作用，但这真的是随着时间的推移、一代代技术的发展而建立起来的信任，证明当我从系统中得到这个数字时，我可以安全地据此做出决定。这是非常重要的部分。计算是形成这种信任的基础，对工具如何运作的粗略了解，能让你知道当它面对从未见过的事物时该如何应对。”

透明度是信任的关键。“当前的 AI 解决方案只是黑盒子，” Normal Computing 公司的产品经理 Prashant 说。“需要一种能生成辅助材料（collateral）的方法，让 AI 的推理过程变得可见。这可以通过形式

化模型、本体论和链接的测试计划来实现，让设计验证工程师能清楚地看到工具的输出如何映射回规范。这种可解释性是建立对 AI 信心的基础，尤其是在像芯片设计这样高信任度的环境中，你需要确信这不仅仅是黑盒子的输出。”

工具需要解释其工作原理。“在处理四、五或六西格玛问题时，我们会绘制一条 AI 收敛曲线，” Gupta 说。“然后用户可以看到 AI 在做什么。它进行一些模型训练，然后开始寻找那些六西格玛点。它预测最坏情况，并针对该点运行模拟进行验证。然后它会找到第二坏点、第三坏点。在某些情况下，它可能会出错，但随后它会在底层重新运行一些训练，以建立一个更准确的模型。这是一种自适应模型训练方法，不断改进，直到它有足够的信心找到所有那些异常值。尽管如此，可能仍然有一两个异常值它没有找到，但这比手动方式要好得多，因为手动方式需要进行数百次模拟和外推。它正在接近，几乎和暴力穷举法一样好。”

业界担忧的一个问题是幻觉。“当我听到人们谈论 AI 产生幻觉时，我只把它看作是一个‘垃圾进，垃圾出’的问题，” Siwinski 说。“这只是数学。当我们在行业内使用这项技术时，我们必须确保我们喂给它的训练数据集是正确的。否则，我们可能会得到错误的答案。它需要制衡。你不能随便给它任何东西。在面向消费者的世界里，你可以让 AI 根据现有的任何东西创造出疯狂的图像。那是一个极其不受约束的问题。在我们这个领域使用 AI 时，我们较少倾向于出现幻觉。”

不要指望一个工具能解决所有问题。“硬件需要全系统一致性，” Normal Computing 公司的产品工程负责人 Arvind Srinivasan 说。“你不能孤立地生成一部分，并希望它在整体上是合理的。这与语言非常不同，语言可以独立写一个段落。除此之外，数据量也不够。我们没有数万亿的例子。即使在一家公司内部，IP 也被锁定在孤岛中。你不能只做监督学习。你需要能够整合关于系统约束的先验数据，同时还能从这些数据中学习的算法。标记成本很高。你无法支付芯片工程师六位数的薪水去注释训练集。没有真实数据（ground truth），验证 AI 结果需要深厚的行业专业知识，这使得评估比在消费领域困难得多。”

有时你需要 AI 打破常规。“AI 技术让我们能够处理那些更模糊的问题，”弗劳恩霍夫 IIS (Fraunhofer IIS) 自适应系统工程部门的团队经理 Benjamin Prautsch 说。“但同时，结果也会更加模糊。因此，必须仔细检查 / 测试。用户的积极经验和看到的证据才是关键。例如，验证工具被视为‘黄金工具’，这才是市场的观点。只有拥有出色的往绩 (track record)，才能说服人们，而这仍有待证明。”

但有时你希望 AI 能跳出明显的框框。“AI 在检查或消除偏见方面非常出色，你可以给它更多的自由度，”Siwinski 说。“它仍然需要遵守一些规则，你仍然需要达到一些性能要求，所以你不能为所欲为。但是，只要你做到了，你能否让 AI 给你一个与专家创造的不同答案？在某些约束条件下，你希望看到这种创造力。你希望探索更广阔的设计空间，有时它会找到一个不同且更好的答案，因为工程师是基于过去最好的经验做出了某些假设。这些假设是有效的，但这并不意味着它是唯一的实现方式。”

价值创造不只一种方式。“人们使用 AI 工具并不是因为它们总是正确的，”Normal 公司的 Yip 说。“他们使用它们是因为与传统方法相比，它们节省了大量时间。真正的挑战是确保工程师不会浪费时间去审查糟糕的输出，并为他们提供正确的工具来检查和修复它们。这里的框架应该是，‘它为工程师节省的时间是否超过审查所需的时间成本？’如果答案是肯定的，它就能赢得信任。”

现有工具也尚未完全赢得信任。“硅工程师对现有的 EDA 设计工具并没有内在的信任，除了那些非常基本的功能之外，”Normal 公司的硅主管 Marc Bright 说。“我们花费大量时间运行其他工具并编写自己的工具来检查它们的输出质量。当 AI 工具减少了生成这些输出所需的精力和时间时，我们就能花更多时间评估和完善那些潜在的更好解决方案。”

数据不足是 AI 学习的障碍。部分问题在于 AI 没有足够多的例子可以学习。“低倾向性语言 (Low propensity languages) 是指那些缺乏足够的数据和资源来进行有效自然语言处理的语言，”Knoth 说。“如果你要求 AI 用英语写一份文档，它已经接受了海量英语语料的训练。所以如果你让它生成技术规范，那是 AI 已经有大量数据可以借鉴的东西。如果你让一个大语言模型生成 C 代码，这也是可信的。它的训练数据量较小，但仍然有大量公开可用的 C 代码，并且有方法可以验证生成的代码。让我们继续往下看——Verilog 的公开训练数据量只是 C 代码的一小部分。再往下看——Skill、TCL、UPF。我们这个行业充斥着这些语言，而用于训练模型的高质量、公开可用数据量是个挑战。在每一家部署这些技术的公司内部，他们都拥有一个相当大的宝库，但如何以计算高效的方式将这些专有 IP 应用到大语言模型中，并非易事。”

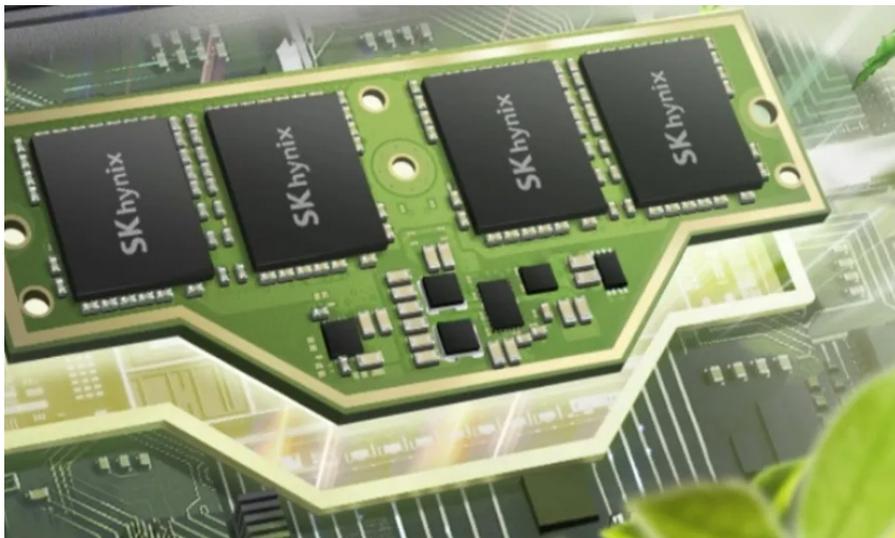
(来源: semi engineering)

## 全球首款 HBM4 芯片，开始量产！

9月12日，SK海力士宣布已成功完成面向AI的超高性能存储器新产品HBM4的开发，实现了全球最高水平的数据处理速度和能效，并在全球首次构建了量产体系。

消息发布后，SK海力士股价当日盘中一度上涨超5%。

HBM (High Bandwidth Memory, 高带宽内存) 是一种能够实现高速、宽带宽数据传输的下一代 DRAM 技术和规范。其核心结构在于将多个 DRAM 芯片 (通常 4 层、8 层甚至 12 层) 通过先进的封装技术垂直堆叠在一起。正是由于 HBM 能以远超传统内存 (如 GDDR) 的带宽 (即数据传输速率) 运行，因此它已成



为高性能计算领域，特别是生成式 AI 所需 GPU（图形处理器）的理想内存解决方案。需要特别澄清的是，HBM 与其说是一种新型 DRAM 芯片本身，不如说是一种定义了如何实现 DRAM 高速、宽带互连的物理和电气“接口规范”。

HBM4 在带宽、通道数、功耗、容量等多方面都进行了改进。首先是带宽上的增加，通过 2048bit 接口提供高达 8Gb/s 的传输速度，总带宽提高至 2TB/s。另一个重要升级是

每个堆叠的独立通道数加倍，从 16 个通道（HBM3）增加到 32 个通道，每个通道包含 2 个伪通道。这为设计人员提供了更大的灵活性。

其次是容量上的提升。HBM4 支持 4 层、8 层、12 层和 16 层 DRAM 堆栈。这些芯片密度可达 24Gb 或 32Gb，可提供 64GB（32Gb 16 高）的更高立方体密度。

HBM 对于 AI 功能（特别是大规模训练和推理）、高性能计算以及高端显卡至关重要，它能够极大缓解数据吞吐的瓶颈，让 GPU 等处理器高效运转。

SK 海力士此次预测，将该产品引入客户系统后，AI 服务性能最高可提升 69%。这能让 AI 训练和推理更快、更高效。

SK 海力士在 HBM4 的开发过程中采用了自研的 MR-MUF 封装技术和第五代 10 纳米级（1b）DRAM 工艺，MR-MUF 工艺指在堆叠半导体芯片后，通过向芯片间隙注入液态保护材料并固化的方式保护层间电路，相较逐层堆叠芯片时铺设薄膜材料的传统方式，该工艺效率更高且散热效果优异。

SK 海力士副总裁、HBM 开发负责人赵柱焕（Kwon Eon-oh）表示，“HBM4 的开发将成为业界新的里程碑”。赵柱焕是 DRAM 领域的专家，于 2022 年将全球首创的下一代工艺 High-K Metal Gate (HKMG) 引入到移动 DRAM、LPDDR 中，提高了速度并降低了功耗消耗。2023 年，他晋升为 SK 海力士高管，承担起完成该公司 HBM 技术路线图的重任。

目前高端 HBM 市场主要由三星、美光、海力士三大巨头主导，头部厂商在 HBM 上的竞争异常激烈。SK 海力士的 HBM 产品市场占有率位列第一，新品迭代上，此次 SK 海力士领先一步，但三星和美光也在积极跟进，两者均已经开发了 HBM4 产品，前者正在筹备样品生产，计划在 2025 年第四季度开始初期生产，目标是搭载于英伟达 2026 年推出的 Rubin AI GPU，正计划恢复建设平泽第五工厂，为下一代 HBM 准备产能，后者已推出 12 层堆叠 36GB HBM4 样品，进入客户验证阶段，计划 2026 年正式量产。

在 HBM 存储器的发展过程中，散热是个大问题。若无法充分控制半导体芯片产生的热量，可能会对产品性能、生命周期和功能产生负面影响。因此，除容量和带宽外，包括散热在内均已成为先进存储器产品开发过程中的关键考虑因素。而控制散热的一大手段就是封装技术。

据悉，三星已经将混合键合技术引入到第六代 HBM 产品，也就是 HBM4，早于竞争对手 SK 海力士。这不仅显著改善了发热问题，而且还明显提升了 I/O 数量。随着堆叠层数的增加，需要缩小芯片之间的间隙，引入混合键合技术可以缩小间隙，满足需要更多垂直堆叠层数的 HBM 产品的生产。

当前，HBM4 的市场需求强劲，被广泛应用于 AI、深度学习和高性能计算等领域。此前，英伟达 CEO 黄仁勋

曾要求 SK 海力士提前六个月供应 HBM4 芯片。此外，特斯拉最近也向 SK 海力士和三星电子表达采购 HBM4 的意向，用于正在开发的 AI 数据中心及其自动驾驶汽车。而微软、Meta 向三星电子采购定制 HBM4 芯片。

(来源：半导纵横)

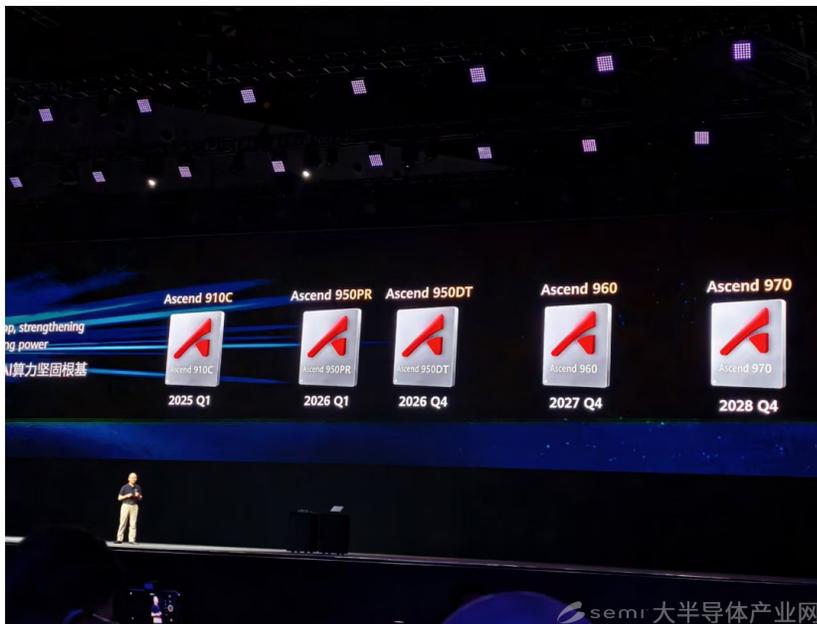
## 华为首次公布昇腾芯片新路线图

9月18日，2025 华为全联接大会举行。会上，华为轮值董事长徐直军表示，算力过去是，未来也将继续是，人工智能的关键，更是中国人工智能的关键。

徐直军分享了昇腾芯片的后续规划，预计 2026 年第一季度推出昇腾 950PR 芯片，四季度推出昇腾 950DT，2027 年四季度推出昇腾 960 芯片，2028 年四季度推出昇腾 970 芯片。

这条时间表意味着，华为将以基本每年迭代一次的节奏，持续推进昇腾的演进，意在构建一个可持续、逐步逼近甚至替代国际领先水平的算力底座。徐直军提到，华为自研了低成本 HBM（高带宽内存），将以一年一次算力翻倍的进度推进，支持 FP8 等更多精度格式，更大的互联带宽。有了昇腾芯片为基础，就能满足客户的算力需求，超节点将成为 AI 基础设施建设的新常态。

根据现场公布的信息，昇腾 950PR 芯片架构新增支持低精度数据格式，其中 FP8/MXFP8/HIF8: 1 PFLOPS，MXFP4: 2 PFLOPS，重点提升向量算力，提升互联带宽 2.5 倍，支持华为自研 HBM 高带宽内存，分为 HiBL 1.0 和 HiZQ 2.0 两个版本。规格方面，HiBL 1.0 容量 128GB，带宽 1.6TB/s；HiZQ 2.0 容量 144GB，带宽 4TB/s。



此外，徐直军认为，超节点将成为 AI 基础设施建设新常态。据其透露，目前华为 CloudMatrix 384 超节点累计部署 300+ 套，服务 20+ 客户。华为还将推出全球最强超节点 Atlas 950 SuperPoD，算力规模 8192 卡，预计于今年四季度上市。另有新一代产品 Atlas 960 SuperPoD，算力规模 15488 卡，预计 2027 年四季度上市。

会上还发布了全球首个通算超节点 TaiShan950 SuperPoD，基于鲲鹏 950 开发，最大 16 节点（32P）、最大内存 48TB、支持内存 /SSD/DPU 池化，计划 2026 年一季度上市。徐直军称，其将成为大型机、小型机终结者。

(来源：大半导体产业网)

# RISC-V SOC 出货量预计将达到 47%的复合年增长率

通用处理器体系结构的时代正在让位于针对性能，功率和可扩展性优化的特定于工作负载的设计。随着以数据为中心的人工智能应用程序 (AI)，边缘计算，汽车和工业市场的应用继续扩展，它们正在推动处理器设计的根本转变。

可以说，芯片制造商不再依靠广义体系结构来满足这些专业市场的需求。RISC-V 等开放生态系统授权开发人员制作自定义解决方案，这些解决方案既可以提供创新和设计效率，从而释放了各种应用程序的新机会。

RISC-V 作为一种开放指令套装体系结构 (ISA)，因其可扩展性和免版权许可而迅速获得发展驱动力。SHD Group 的首席分析师 Rich Wawrzyniak 表示，“RISC-V SOC 出货量预计将以近 47%的复合年增长率增长，到 2030 年将占据近 35%的全球市场。”这种增长强调了 SOC 设计师越来越多地拥抱提供更大灵活性和专业化的体系结构的原因。

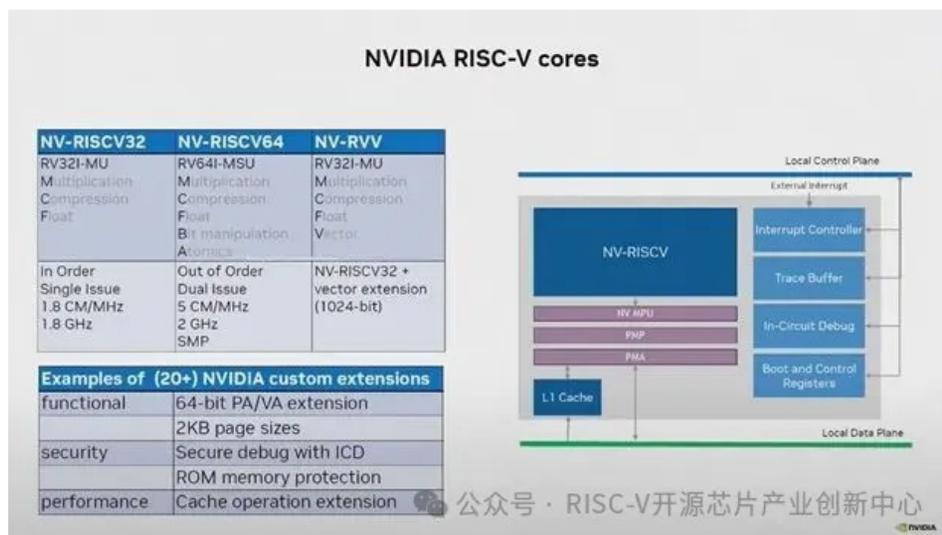


图 1: EDA 和算法的演进。来源: Cadence



图 2 META 的 MTIA 加速器集成了 Andes RISC-V 内核以优化 AI 性能

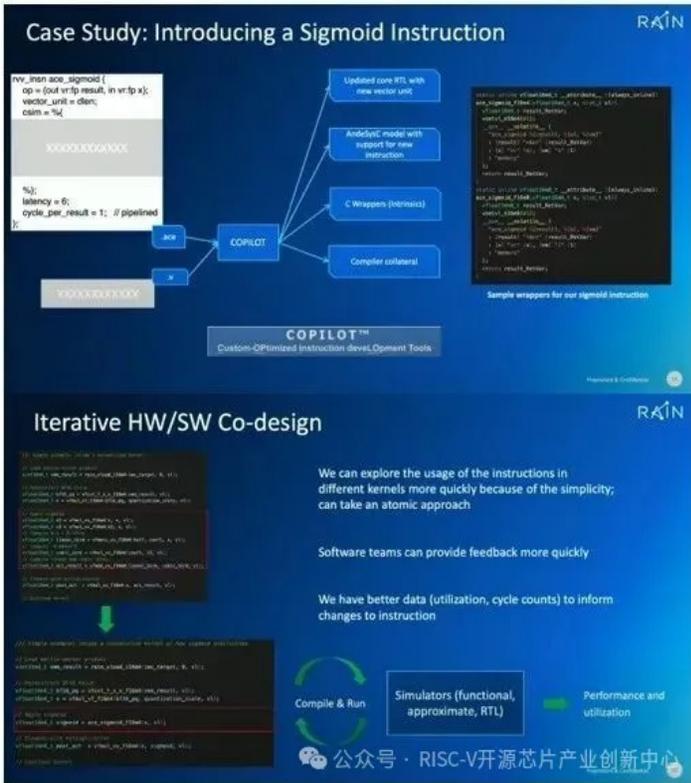


图 3 用于开发和优化自定义说明的硬件 / 软件共同设计流的示例

Andes Custom Extension (ACE) 框架和副驾驶工具链为 RISC-V 自定义提供了简化的路径。ACE 使开发人员能够为特定工作负载进行优化的自定义指令，并支持高级功能，例如管道执行，自定义寄存器和内存结构。

Copilot 通过定义的扩展名来重新生成整个硬件和软件堆栈，包括 RTL，编译器，调试器和模拟器在内的整个硬件和软件堆栈来自动化集成过程。这减少了手动努力，确保硬件和软件之间的一致性，并加速开发周期，从而为广泛的团队和应用程序提供定制的 RISC-V 设计实用性。

(来源: RVEI 工委会)

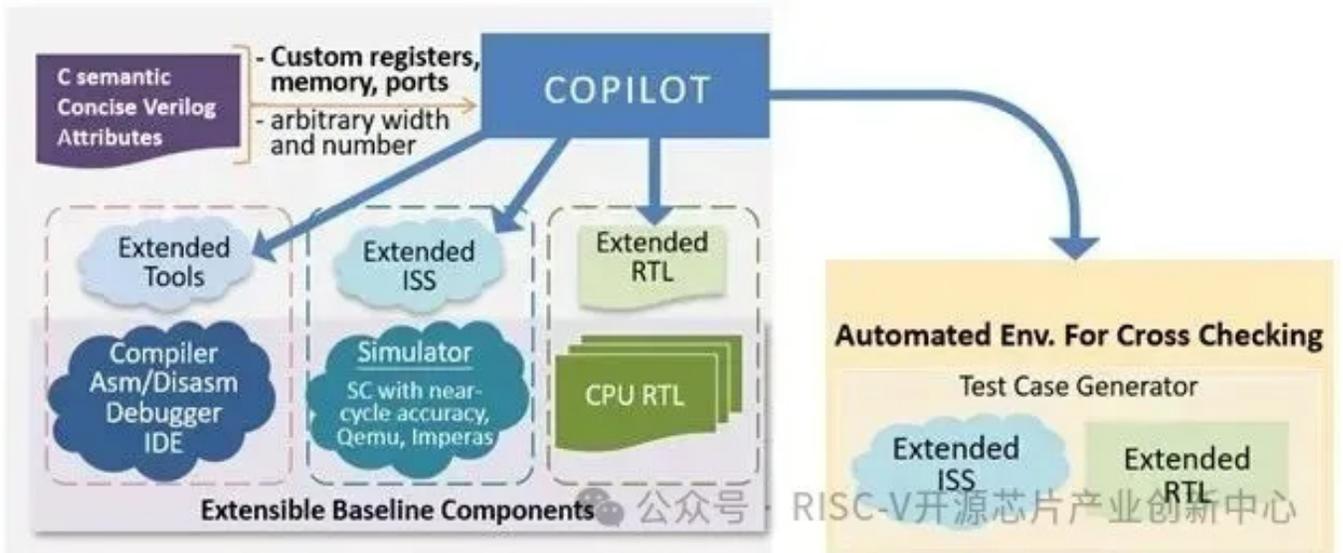
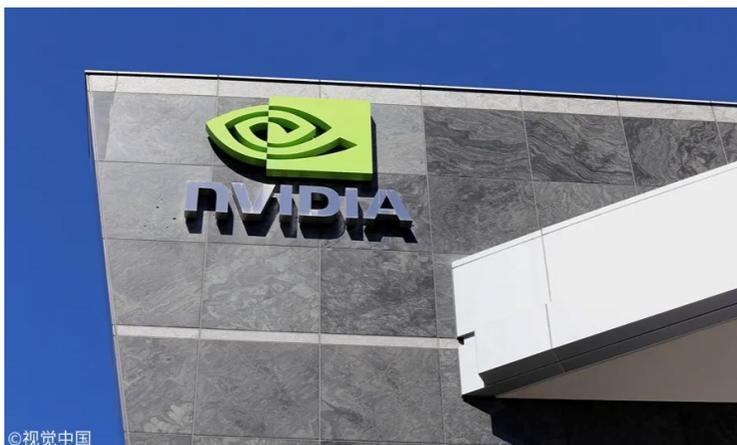


图 4 Ace 和 Copilot 简化了自定义说明的开发和集成

## NVIDIA 创下 GPU 市场新纪录



©视觉中国

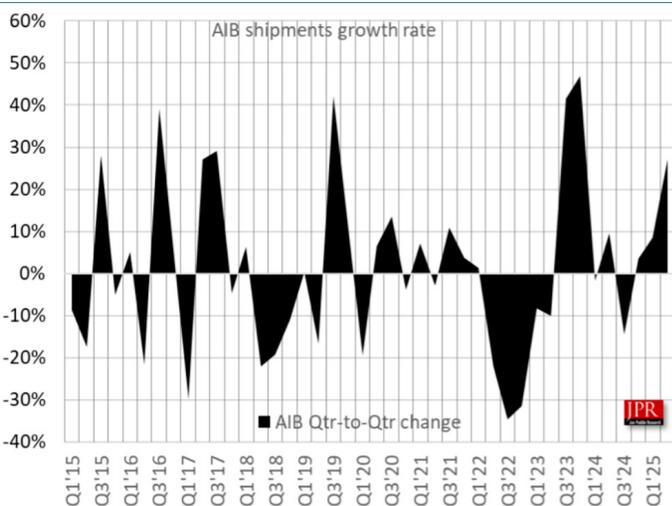
NVIDIA 再次在独立 GPU 市场份额上创下历史新高，目前其份额已达 94%，与之形成鲜明对比的是，AMD 在 2025 年第二季度的市场份额仅为 6%。这一数据来自 Jon Peddie Research (JPR) 发布的完整的 2025 年第二季度独立 (AIB) GPU 市场报告。该报告显示，独立 GPU 市场领域的总出货量较上一季度增长了 27%，与此同时，数据中心 GPU 板卡出货量也增长了 4.7%。

JPR 的报告指出，在 2024-2028 年的预测期内，AIB 的复合年增长率将为 -5.4%。尽管增长率为负，但在此期间，独立 GPU 的安装量将达到 1.63 亿台，并且在未来五年内，预计 87% 的台式电脑将配备独立显卡。这一数据表明，即便未来几年行业整体出货量增长面临挑战，但随着游戏、专业工作负载和 AI 用例对高性能显卡的需求持续攀升，桌面 GPU 市场仍将保持相当的活跃度。

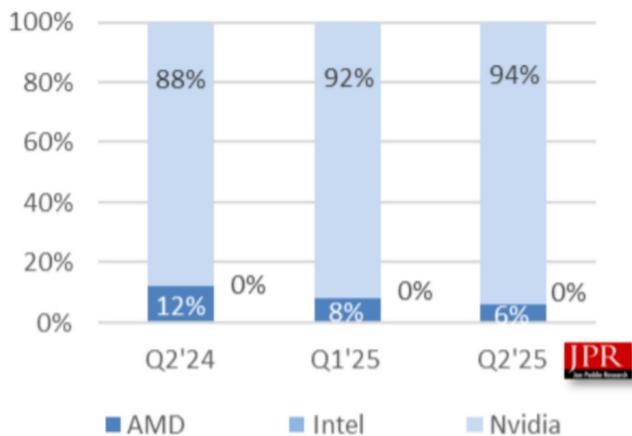
反观 NVIDIA 的竞争对手，AMD 在该季度占据了 6% 的 GPU 市场份额，较上一季度下降了 2.1%，英特尔则维持在 0%，份额无变化。AMD 近年来也在积极发力，推出了 Radeon RX 9000 “RDNA 4” 系列产品，在性能和能效比等方面有所提升，但在市场份额竞争中仍不敌 NVIDIA。而英特尔虽然也试图在 GPU 市场分一杯羹，推出了 Battlemage 系列产品，但由于进入市场时间较晚，产品生态尚未完善，目前市场反响平平，尚未能有效打开市场局面。

从行业发展规律来看，独立 GPU 市场的竞争早已超越“硬件参数比拼”的阶段，技术壁垒与生态体系成为决定份额的核心因素。NVIDIA 的优势正是源于其构建的“芯片 - 软件 - 应用”闭环：

在芯片层面，NVIDIA 的 GPU 架构迭代速度领先行业。以“Blackwell”架构为例，其采用 4nm 工艺，集成了更多 CUDA 核心和 Tensor 核



### Total AIB share and (M) units



心，AI 算力较上一代提升 3 倍以上，同时支持光线追踪与路径追踪的混合渲染，大幅提升游戏画质；在软件层面，NVIDIA 的 CUDA 平台已积累超过 15 年的生态优势，全球超 400 万开发者基于该平台开发应用，涵盖游戏、医疗、自动驾驶等多个领域；在应用层面，从《赛博朋克 2077》等 3A 游戏到特斯拉的自动驾驶训练系统，NVIDIA GPU 的适配范围远超竞争对手。

AMD 虽然在硬件架构上不断追赶（如 RDNA 4 架构的能效比提升显著），但生态短板始终未能补齐。例如，其开源计算框架 ROCm 在兼容性和稳定性上仍不及 CUDA，导致许多 AI 企业和开发者不愿迁移平台；在专业设计领域，AMD 显卡对 SolidWorks、Maya 等软件的优化也滞后于 NVIDIA，难以获得专业用户认可。英特尔则因进入独立 GPU 市场时间较短（2022 年才推出首款 Arc 系列），产品迭代速度较慢，且驱动程序问题频发，尚未建立起有效的市场竞争力。

从 NVIDIA 自身业务发展来看，鉴于其在财报电话会议上的声明，GeForce RTX 50 系列显卡持续热销，销量相当可观。NVIDIA 的游戏业务创下了创纪录的收入，这些成绩使得其市场份额增长并不令人意外。随着第四季度假期

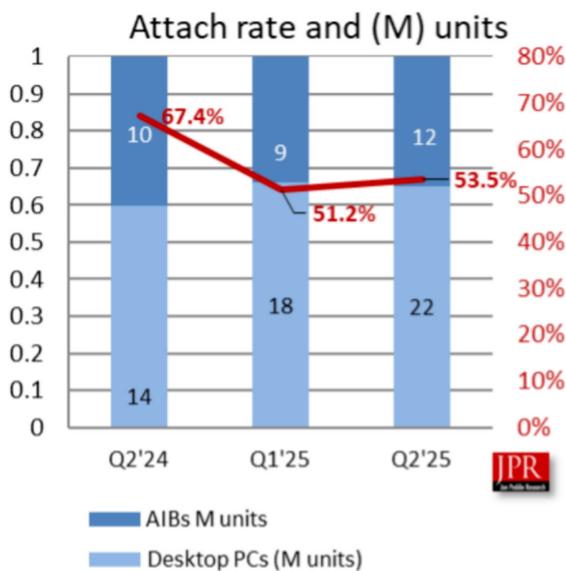
购物季的临近，消费市场对电子产品的需求通常会大幅提升，预计 NVIDIA 的相关数据还会继续攀升。

JPR 还提到，美国近期加征的关税对市场产生了较大影响。市场陷入某种恐慌状态，高端显卡价格随之上涨，然而库存却已告罄。在这种情况下，消费者的购买行为发生了变化。虽然入门级和中端显卡仍然可以以较低的价格购买，但不同地区关税的异常变化促使买家趁着当前价格还算合理时，纷纷购买新的显卡。这种市场波动在一定程度上也影响了各厂商的出货量和市场份额。

展望未来几个月的 GPU 市场，NVIDIA 和 AMD 目前都没有计划发布重大的 GPU 产品。RTX 50 “Blackwell” 和 Radeon RX 9000 “RDNA 4” 系列已基本完成产品布局，短时间内不会有新的迭代产品推出。唯一存在变

数的是英特尔，其有可能推出更强大的 Battlemage 显卡，但从目前情况来看，即便推出新产品，英特尔想要在竞争激烈的 GPU 市场中迅速抢占份额，仍面临诸多挑战。综合各方信息，预计新的产品阵容要到明年才会发布，这意味着在未来一段时间内，NVIDIA 的市场份额优势可能还将继续保持，而 AMD 等竞争对手则需要在产品创新、市场推广等方面加大力度，以扭转当前的市场局面。

（来源：半导体产业纵横）



## Imec 宣布 High NA EUV 光刻技术重大突破

比利时微电子研究中心 (Imec) 日前发布重大消息, 宣布其在高数值孔径极紫外光刻 (High NA EUV) 单次图形化技术上取得新的突破性里程碑, 代表着 High NA EUV 图形化能力向 A10 及更先进逻辑节点迈进的强大实力, 同时也强调了 Imec 在光刻微影技术研发领域的领先地位。

本次成果在 2025 年 SPIE 光罩技术 +EUV 光刻大会 (SPIE Photomask Technology+EUV Lithography Conference) 上公开展示, 其中包括两项关键突破。首先, 在与镶嵌 (damascene) 金属化相关的制程中, 成功实现了 20 纳米间距的线结构, 其尖端至尖端 (Tip-to-Tip, T2T) 临界尺寸 (CD) 达到了 13 纳米。其次, 透过直接金属蚀刻 (Direct Metal Etch, DME) 制程, 获得了钌 (Ru) 线路的电性测试结果。

在 13 纳米 T2T 临界尺寸结构达成产业里程碑上, Imec 在 2025 年 2 月的 SPIE 先进光刻与图形化会议上展示了 20 纳米间距金属化线结构。在此基础上, Imec 现已透过单次曝光的 High NA EUV 光刻步骤, 成功达成了 20 纳米间距的线结构, 并将尖端至尖端 (T2T) 的临界尺寸 (CD) 缩小至 13 纳米。

在这些 13 纳米的 T2T 结构中, 所测得的局部 CD 均匀度 (LCDU) 低至 3 纳米, 这项数据被视为一项业界里程碑。Imec 计算系统扩展资深副总裁 Steven Scheer 指出, 使用单次曝光 High NA EUV 光刻技术达成这些逻辑设计, 相较于多重图形化 (multi-patterning) 技术, 能够减少处理步骤。这项优势直接带来了降低制造成本、改善良率, 以及减少环境影响的多重效益。

这些结构支持了互连线制造的业界标准——镶嵌金属化 (damascene metallization)。T2T 临界结构是互连层中不可或缺的一部分, 因为它们允许中断线性的金属轨道。为了满足 20 纳米金属间距的逻辑制程蓝图要求, T2T 临界尺寸距离预计必须缩小至 13 纳米或更小, 同时仍需保持功能性互连线路的性能。

目前, Imec 正持续进行开发工作, 以进一步缩小 T2T 尺寸, 并已获得 11 纳米 T2T 临界尺寸的良好发展结果。此外, 相关结构正在努力转移至下层硬光罩 (underlying hard mask) 中, 以实现真正的 (双) 镶嵌互连线。为了达成这些成果, Imec 采用了金属氧化物光阻剂 (metal oxide resist, MOR), 并与底层、照明瞳孔形状 (illumination pupil shape) 和光罩选择进行了协同优化 (co-optimized)。

在直接金属蚀刻 (DME) 与钌线路的高良率互连方面, 随着产业前进到 20 纳米以下的金属化制程, 业界可能需要转向替代性的金属化方案。作为 Imec 的第二项重大成就, 他们展示了钌 (Ru) 的直接金属蚀刻 (DME) 技术, 与单次曝光 High NA EUV 光刻技术的兼容性。

藉由 DME 制程, Imec 成功达成 20 纳米及 18 纳米间距的钌线路, 其中包括 15 纳米 T2T 临界尺寸结构。这些成果还包括具有低电阻的功能性互连线。值得注意的是, 针对 20 纳米间距的金属化线结构, Imec 取得了 100% 的电性测试良率。

Imec 所取得的重大成果, 部分受惠于欧盟的 NanoIC 测试产线 (NanoIC pilot line) 的支援。这些成果不仅标志着 High NA EUV 单次曝光能力的重要进展, 同时也凸显了 Imec 与 ASML 之间合作关系的关键作用。这种伙伴关系对于推动更广泛的生态系统至关重要, 该生态系统正在驱动 High NA EUV 向高量产制造的转型, 进而解锁 2 纳米以下 (sub-2nm) 逻辑技术蓝图。

Steven Scheer 提到, 自从位于荷兰费尔德霍芬 (Veldhoven) 的 ASML-Imec 联合 High NA EUV 实验室启用以来, Imec 及其合作伙伴生态系统在发展 High NA EUV 曝光方面获得了重大的进展, 并将产业推向了埃米时代。另外,

Imec 所展示的成果标志着一个新的里程碑，再次证实了 Imec 在曝光研发领域的领导地位。这些成就对于达到《欧洲芯片法案》（European Chips Act）中关于推动 2 纳米以下逻辑节点制程的目标，发挥着关键作用。

Imec 与 ASML High NA EUV 生态系统的紧密合作，囊括了领先的芯片制造商、设备供应商、材料和光阻剂供应商、光罩公司以及量测专家。透过与这些伙伴的联合优化，Imec 将持续支持逻辑和存储器制程蓝图的进展。

（来源：科技新报）

## 商务部公告2025年第27号 公布对原产于美国的进口相关模拟芯片发起反倾销立案调查

中华人民共和国商务部（以下简称商务部）于 2025 年 7 月 23 日收到江苏省半导体行业协会（以下称申请人）代表国内相关模拟芯片产业正式提交的反倾销调查申请，申请人请求对原产于美国的进口相关模拟芯片进行反倾销调查。商务部依据《中华人民共和国反倾销条例》有关规定，对申请人资格、申请调查产品有关情况、中国同类产品有关情况、申请调查产品对国内产业影响、申请调查国家有关情况等进行了审查。

根据申请人提供的证据和商务部初步审查，申请人相关模拟芯片的合计产量符合《中华人民共和国反倾销条例》关于申请人资格的规定。同时，申请书中包含了《中华人民共和国反倾销条例》第十四条、第十五条规定的反倾销调查立案所要求内容及有关证据。

根据上述审查结果，依据《中华人民共和国反倾销条例》第十六条的规定，商务部决定自 2025 年 9 月 13 日起对原产于美国的进口相关模拟芯片进行反倾销立案调查。现将有关事项公告如下：

### 一、立案调查及调查期

自本公告发布之日起，商务部对原产于美国的进口相关模拟芯片进行反倾销立案调查，本次调查确定的倾销调查期为 2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日，产业损害调查期为 2022 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日。

### 二、被调查产品及调查范围

调查范围：原产于美国的进口相关模拟芯片。

被调查产品名称：相关模拟芯片。

英文名称：Certain Analog IC Chip。

产品描述和主要用途：相关模拟芯片中使用 40nm 及以上工艺制程的通用接口芯片（Commodity Interface IC Chip）和栅极驱动芯片（Gate Driver IC Chip）。

其中：

通用接口芯片是一种旨在提供多样化接口类型的集成电路芯片，用于连接各类设备、系统或组件，以实现高效的数据传输和信号转换。被调查的通用接口芯片包括：

1. 符合 ISO11898 标准的控制器局域网（CAN，Controller Area Network）接口收发器芯片，用于汽车及其他工业产品中各系统之间信号的发送与接收；

2. 符合 TIA/EIA-485 标准的 RS485 接口收发器芯片，用于工业系统中各类设备之间信号的发送与接收；

3. 基于利用串行数据线和串行时钟线的低速串行总线方式制得的双向二线制同步串行总线（I2C）接口芯片，用于设备中的各类板卡或芯片之间的信号缓冲中继通道的切换与扩展；

4. 符合国际电工委员会 IEC 60747-5-2 标准的数字隔离器芯片，用于汽车及其他工业产品中高低压系统之间的绝缘通信，或用于增强通信抗干扰性能；

5. 其他同时兼容上述种类的通用接口芯片。

栅极驱动芯片是一种用于增强控制器的栅极控制信号输出、控制功率半导体器件的导通和截止的集成电路芯片。栅极驱动芯片提供必要的电压和电流水平，以有效地打开和关闭这些半导体开关，从而实现电能的转换和控制。被调查的栅极驱动芯片包括：

1. 低边栅极驱动芯片（Low-Side Gate Driver IC Chip）；
2. 半桥 / 多路栅极驱动芯片（Half-Bridge/Multi-Channel Gate Driver IC Chip）；
3. 隔离栅极驱动芯片（Isolated Gate Driver IC Chip）。

被调查的栅极驱动芯片具备以下功能：1. 将控制器的低压信号转化为更高电压或更大电流的驱动信号，以实现功率器件稳定导通和关断；2. 提供瞬态的拉和灌电流，提高功率器件的开关速度，降低开关损耗。

被调查的通用接口芯片和栅极驱动芯片包括成品芯片及可用来生产相同功能芯片的晶圆、晶粒，以及未来发展具有相同功能的产品。

该产品归在《中华人民共和国进出口税则》：85423990。该税则号项下其他产品不在本次调查范围之内。

### 三、登记参加调查

利害关系方应于本公告发布之日起 20 天内，向商务部贸易救济调查局登记参加本次反倾销调查。参加调查的利害关系方应根据《登记参加调查的参考格式》提供基本身份信息、向中国出口或进口本案被调查产品的数量及金额、生产和销售同类产品的数量及金额以及关联情况等说明材料。《登记参加调查的参考格式》可在商务部网站贸易救济调查局子网站下载。

利害关系方登记参加本次反倾销调查，应通过“贸易救济调查信息化平台”（<https://etrb.mofcom.gov.cn>）提交电子版本，并根据商务部的要求，同时提交书面版本。电子版本和书面版本内容应相同，格式应保持一致。

本公告所称的利害关系方是指《中华人民共和国反倾销条例》第十九条规定的个人和组织。

### 四、查阅公开信息

利害关系方可在商务部网站贸易救济调查局子网站下载或到商务部贸易救济公开信息查阅室（电话：0086-10-65197878）查找、阅览、抄录并复印本案申请人提交的申请书的非保密文本。调查过程中，利害关系方可通过商务部网站贸易救济调查局子网站查询案件公开信息，或到商务部贸易救济公开信息查阅室查找、阅览、抄录并复印案件公开信息。

### 五、对立案的评论

利害关系方对本次调查的产品范围及申请人资格、被调查国家及其他相关问题如需发表评论，可于本公告发布之日起 20 天内将书面意见提交至商务部贸易救济调查局。

### 六、调查方式

根据《中华人民共和国反倾销条例》第二十条的规定，商务部可以采用问卷、抽样、听证会、现场核查等方式向有关利害关系方了解情况，进行调查。

为获得本案调查所需要的信息，商务部通常在本公告规定的登记参加调查截止之日起 10 个工作日内向利害关系方发布调查问卷。利害关系方可以从商务部网站贸易救济调查局子网站下载调查问卷。

《相关模拟芯片反倾销案国外出口商或生产商调查问卷》询问信息包括公司的结构和运作、被调查产品、对中

国的出口销售、国内销售、经营和财务等相关信息、生产成本和相关费用、估算的倾销幅度及核对单等内容。《相关模拟芯片反倾销案国内生产者调查问卷》询问信息包括公司基本情况、国内同类产品情况、经营和相关信息、财务和相关信息、其他需要说明的问题等内容。《相关模拟芯片反倾销案国内进口商调查问卷》询问信息包括公司基本情况、被调查产品贸易和相关信息等内容。

利害关系方应在规定时间内提交完整、准确的答卷。答卷应当包括调查问卷所要求的全部信息。

### 七、信息的提交和处理

利害关系方在调查过程中提交评论意见、答卷等，应通过“贸易救济调查信息化平台”（<https://etrb.mofcom.gov.cn>）提交电子版本，并根据商务部的要求，同时提交书面版本。电子版本和书面版本内容应相同，格式应保持一致。

利害关系方向商务部提交的信息如需保密，可向商务部提出对相关信息进行保密处理的请求并说明理由。如商务部同意其请求，申请保密的利害关系方应当同时提供该保密信息的非保密概要。非保密概要应当包含充分的有意义的信息，以使其他利害关系方对保密信息能有合理的理解。如不能提供非保密概要，应说明理由。如利害关系方提交的信息未说明需要保密，商务部将视该信息为公开信息。

### 八、不合作的后果

根据《中华人民共和国反倾销条例》第二十一条的规定，商务部进行调查时，利害关系方应当如实反映情况，提供有关资料。利害关系方不如实反映情况、提供有关资料的，或者没有在合理时间内提供必要信息的，或者以其他方式严重妨碍调查的，商务部可以根据已经获得的事实和可获得的最佳信息作出裁定。

### 九、调查期限

本次调查自 2025 年 9 月 13 日起开始，通常应在 2026 年 9 月 13 日前结束调查，特殊情况下可延长 6 个月。

### 十、商务部联系方式

地址：中国北京市东长安街 2 号

邮编：100731

商务部贸易救济调查局

电话：0086-10-65198182 85093415

传真：0086-10-65198172

相关网站：商务部网站贸易救济调查局子网站（<http://trb.mofcom.gov.cn>）

商务部

2025 年 9 月 13 日

附件 1：相关模拟芯片反倾销调查申请书（公开文本）.pdf

附件 2：相关模拟芯片反倾销调查申请书附件（公开文本）.pdf

附件 3：相关模拟芯片反倾销案登记参加调查参考格式.docx



附件 1



附件 2



附件 3

# 浙江省经济和信息化厅关于组织开展2025年浙江省企业技术中心认定工作的通知

各市、县（市、区）经信局、省属有关企业：

为贯彻落实全省加快建设创新浙江、因地制宜发展新质生产力部署要求，进一步强化企业科技创新主体地位，加快企业研发机构扩面提质，根据《浙江省企业技术中心管理办法》（以下简称《管理办法》），经商有关省级部门，现就组织开展2025年浙江省企业技术中心认定工作有关事项通知如下。

## 一、申报基本要求

2025年省级企业技术中心认定参照浙江省《制造业企业技术中心评价规范》（DB33/T 2105—2018）和《建筑业企业技术中心评价规范》（DB33/T 2104—2018）（以下统称《评价规范》）执行；高技术服务业企业技术中心认定原则上参照制造业评价规范执行。《管理办法》和《评价规范》中指标要求有不一致的，以《管理办法》指标为准。申报省级企业技术中心的企业原则上需在2024年8月31日前完成市级企业技术中心认定，且满足《管理办法》规定的基本条件和有关要求。

## 二、申报重点领域

重点支持“415X”先进制造业集群、传统优势产业、新兴及未来产业等领域企业申报省级企业技术中心。

## 三、申报程序及时间

### （一）企业申报

申报省级企业技术中心的企业通过浙江政务服务网搜索“省级企业技术中心认定”，点击“在线办理”并进行登录（<https://oauth.zjzfw.gov.cn/login.jsp>），选择浙江省、申报类型（认定）后填报申报材料。企业上传材料截止时间为10月9日，逾期网上申报系统将关闭。

### （二）推荐名额

省级企业技术中心实行限额推荐，结合近两年省级企业技术中心认定评价情况及各地摸底情况综合确定。制造业、高技术服务业企业技术中心推荐名额详见附件1，名额可由各设区市经信部门统一调配；建筑业企业技术中心由各设区市经信部门直接推荐，不受名额限制。

### （三）市县审核

请各市、县（市、区）经信部门在“省经信厅网上统一审批平台”（<https://zfw.jxt.zj.gov.cn/>）对企业申报材料的真实性予以审核确认。各设区市本级推荐的企业由设区市经信部门汇总上报，各县（市、区）推荐的企业由对应县（市、区）经信部门汇总上报，推荐汇总表同步抄报给各设区市经信部门；宁波市（包括宁波市所辖县〔市、区〕）推荐的企业由宁波市经信部门汇总上报；各地审核意见请于10月17日前通过审批系统提交至省经信厅，需同步上传盖章版推荐文件、推荐汇总表（详见附件2），同时各设区市经信局将推荐企业名单（包括设区市所辖县〔市、区〕推荐的企业）在统一征求设区市税务局、海关意见后，将核查情况加盖公章后上传申报系统（格式见附件3和附件4），逾期网上申报系统将关闭。

## 四、其他事项

（一）各市、县（市、区）经信部门应加强企业研发机构培育建设，重视省级企业技术中心认定工作，强化审核和管理责任，加强建设指导服务，并对企业技术中心材料进行认真审核，确保相关材料符合要求。

(二) 省属企业的认定可通过政务申报系统直接提交至省经信厅，并由所属省级企业集团提出审核意见。属地有建筑业企业参加认定的，需同时寄送 1 份盖章版文件至省建设厅市场处（寄送地址：杭州市密渡桥路 51-1 号省行政中心二号院建设厅市场处，0571-81052042）。

联系人：省技创中心 陈齐鹤 省经信厅高新处 陈婧绮，电话：0571-88229695，87059130、87058172；  
申报和审核系统技术咨询：高哲，联系电话：15669919972。

浙江省经济和信息化厅  
2025 年 9 月 4 日

## 关于征集2024年度拱墅区科技研发投入补助项目的通知

各有关单位：

根据《杭州市拱墅区人民政府办公室关于印发高质量发展建设动能转换活力区 1+3+N 产业政策的通知》（拱政办发〔2022〕7 号）等文件精神，经研究，决定组织开展 2024 年度拱墅区科技研发投入补助项目征集，现将有关事项通知如下：

### 一 申报对象

符合《拱墅区关于强化科技创新促进高质量发展的若干意见（试行）》，具有独立法人资格、健全财务制度、自主核算体系、良好经营诚信的科技有关企业。

### 二 申报条件

- 1、纳入区统计库并经核定 2024 年度研发投入较 2023 年增长 500 万元以上的企业；
- 2、2023 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日新设立（新引进），已纳入区统计库且 2024 年研发投入在 1000 万元以上，未享受该政策的企业。

### 三 补助标准

研发投入数据原则上以企业享受税前加计扣除的研发费用数额为补助口径，如统计出报数增量低于享受税前加计扣除的研发费用增量，以统计出报数为准。其中：

- 1、对纳入区统计库并经核定年度研发投入较上年增长 500 万元以上的企业，最高按照实际新增额的 10%，给予最高 100 万元补助。
- 2、新设立（新引进）企业当年或次年纳入区统计库且年度研发投入在 1000 万元以上的，最高按照入库当年实际研发投入的 10%，给予最高 1000 万元补助。

以上政策按从高从优不重复享受的原则进行补助，请申报企业务必对照条件进行申报。

### 四 申报材料

- 1、拱墅区科技研发投入补助政策申请表（每页盖章）；
- 2、新设立企业需提供营业执照复印件，新引进工商变更证明；

3、2023 年及 2024 年企业所得税年度纳税申报表全套（含主管税务机关业务章）；

4、2023 年及 2024 年度统计报表（107-1 表和 107-2 表）（每页盖章）。

### 五 注意事项

1、请符合条件的企业于 2025 年 9 月 28 日前，将申请表及上述材料一式 2 份装订后，经所在街道（园区）审核盖章后，报送区科技局成果科（文晖路 1 号 1406 办公室），同时将全套材料电子版（盖章扫描件）以单位名称命名压缩包形式发送到电子邮箱：196132291@qq.com；

2、企业填报的研发投入需与区税务部门确认的数据一致；

3、如需补充相关材料另行通知。

### 六 联系方式

区科技局成果科 0571-89506121

## 清华大学魏少军：人工智能芯片发展需要颠覆性思维



在 2025 IC WORLD 高峰论坛上，清华大学长聘教授、国际欧亚科学院院士、北京集成电路学会理事长魏少军发表了题为《人工智能芯片发展需要颠覆性思维》的主题演讲。

本次演讲主要分为三个部分：人工智能是一场不能错过的盛宴、人工智能技术的发展无法摆脱地缘政治的影响、人工智能芯片的发展需要颠覆性思维。

### 01 人工智能是一场不能错过的盛宴

魏少军首先指出，人工智能是一场不容错过的盛宴，对人类社会未来几十年的影响可能更为深远。以 DeepSeek 为例，其用户增长速度远超万维网、TikTok 和 ChatGPT，这标志着人工智能应用新纪元的开启。

人工智能的发展历程漫长，从 1943 年神经元模型的建立，到 1956 年“人工智能元年”的确立，再到后续基于神经网络的研究，共经历了三次发展浪潮。当前这一轮人工智能革命，实现了在诸多方面超越人类的重大突破。

人们对人工智能看法的演变，也能看到一个渐进的发展过程。大约七八年前，美国 iRobot 公司董事长兼 CEO 科林·安格尔曾说：“观察全社会如何对待人工智能技术将会很有趣，这一技术无疑会很酷。”当时他的看法还相对平和，认为这只是一个“有趣”且“酷”的技术，并未指出它将如何深刻影响世界。然而到了 2024 年初，英伟达公司董事长兼 CEO 黄仁勋则提出：“每个国家都需要拥有主权 AI 基础设施。”这一提法将人工智能的战略地位提升到了前所未有的高度。

魏少军表示，从工程学角度看，人类的日常活动在很大程度上与信息处理系统类似，遵循一个从感知、传输、存储、处理、决策到执行的流程。过去几百年，以机械化、电力化和自动化为代表的工业革命，主要解决了延伸人类四肢能力的问题。上世纪中叶兴起的信息革命，则延伸了人们的感知能力。而当前正在发生的智能化革命，延伸的则是我们的大脑认知能力。当四肢和五官的能力都被延伸之后，大脑的认知能力就成为了最后一道需要攻克的难关。因此，可以说人工智能是以人为本的科技革命的最高阶段。

魏少军认为，随着移动通信、云计算等技术的发展，我们正进入新一轮以人工智能为代表的产业革命。在云、边、端三个层面，应用规模将呈现从1到100再到1万的指数级增长，其带来的产业规模将以万亿美元为单位计算。因此，中国绝不能错过这次机遇。人工智能发展有三大要素：算法、数据和算力。可以将算法类比为“生产方法”，数据是“生产资料”，算力则是“生产力”。当新的生产方法、生产资料和生产力相结合时，社会的生产关系也将随之改变。

魏少军指出，人工智能的极端重要性，使其不幸地卷入了地缘政治的漩涡。面对外部的限制措施和高科技领域的脱钩风险，必须清醒地认识到，发展不以我们的意志为转移，不能再抱有侥幸心理。在此过程中，中国处于一个只能进、不能退的境地。必须站在“百年未有之大变局”的格局下看待这个问题。

## 02 人工智能芯片的发展需要颠覆性思维

那么，人工智能到底该如何发展？传统的思维认为，人工智能是通过计算来实现的。未来的“智能化计算机”需要具备三个特点：第一，强大的可编程能力，以适应各种不同的业务；第二，高带宽的计算和存储路径；第三，从云向边、端转移过程中极高的能量效率，未来可能要达到每瓦几百个Tops甚至更高的水平。

魏少军回顾了AI芯片的演进过程：早期并没有专用的AI芯片，只能使用当时已有的器件，如CPU、GPU等，其主要目标是实现基本的人工智能功能。但由于这些传统器件无法满足AI所需的算力和存储密度，ASIC应运而生，例如谷歌的TPU。这些ASIC聚焦于特定应用，但很快又发现其专用性难以匹配快速发展的多

样化智能计算需求。因此，以可重构、可配置为主要特征的架构开始出现。然而，当大模型横空出世后，之前的所有努力似乎都显得准备不足。最终，以GPGPU为代表的产品开始主导市场，算力成为最重要的追求目标，性能是关键。如果只是沿用现有的芯片架构，大概率只能跟在别人后面，难以实现超越。

当前人工智能的发展虽然迅速，但也孕育着危机。魏少军教授总结了三个现象：模型与架构的深度适配、架构与模型的深度绑定，以及对现有生态的极度依赖。以英伟达为例，其GPU架构最初为模型发展提供了很好的平台。经过近二十年的发展，模型为了适配当时最好的硬件进行优化，而硬件又根据模型的需求进行迭代，两者形成了一种深度融合甚至绑定的关系。这种深度绑定带来的影响是极其深远的。如果中国的AI发展走不出这个怪圈，就可能被锁定在美国主导的竞争模式中，永远跟随其后。做芯片的人已经开始意识到这个问题，但做模型和软件的人还没有充分意识到。

在此，魏少军再次提及DeepSeek。它的重要性不仅在于提升民族自信，更在于开创了参数开源的先河。这极大地降低了AI技术的门槛，使得不仅是少数大公司，很多小公司也能参与到大模型的开发中，对AI技术的普及具有重大意义。魏少军对人工智能在中国率先大规模落地充满信心。中国拥有14亿人口，其中有大量敢于尝试新事物的群体，这使得中国的互联网生态异常活跃。同时，中国城镇居民人均可支配收入已达到较高水平，而消费支出仅占收入的约68%，剩余的大量储蓄可以转化为巨大的消费潜力。在这种背景下，“人工智能+”可以与各行各业相结合，催生出大量与中国文化、传统、教育、习俗紧密相关的应用。未来的AI应用，很可能不会像Windows操作系统那样全球统一，而是会呈现出地域化和文化多样性的特征。

最后，通过对比ChatGPT和DeepSeek在翻译一个包含中文特色语境的句子时的表现，魏少军论证了基于本土语料训练的模型在理解和表达上的优势，并由此坚信，人工智能的最终应用必然与国家和文化深度绑定。他指出，需要用颠覆性的思维，放弃沿用美国的技术思路，打造中国自己的人工智能技术路径。

(来源：半导纵横)

## 龙芯中科胡伟武：2025年绝大多数阅兵装备都跳动着“中国芯”

中国科学院计算技术研究所发文，计算所6名受邀参加阅兵式现场观礼，其中包括龙芯中科董事长胡伟武。

胡伟武在文中表示：

亲历了2009年、2015年、2019年、2025年天安门广场阅兵，为人民军队一如既往的坚强意志和优良作风感到自豪，为我国先进武器装备的快速发展感到骄傲，尤其是本次阅兵的部分装备是世界上独一无二的领先存在，尽显大国自信。2009年的阅兵装备主控CPU主要来自国外，2015年有少量阅兵装备跳动着“中国芯”，2019年有一半左右的阅兵装备跳动着“中国芯”，2025年绝大多数阅兵装备都跳动着“中国芯”，作为龙芯人倍感自豪和骄傲！

龙芯中科2025上半年营业收入2.44亿元，同比增长10.90%，其中第二季度同比增长19%左右；上半年毛利率42.44%，恢复到合理区间；芯片营收占比从2024年的71%提高到2025上半年的83%；公司发展重新进入增长周期，增长可持续性明显增强。

从收入构成来看，工控类芯片营业收入8,722.93万元，同比增长61.09%，毛利率65.45%，同比增长12.98个百分点；信息化类芯片营业收入11,467.76万元，同比增长5.01%，毛利率23.95%，同比增加2.4个百分点；整体芯片营收占比提高12个点。

在这种态势下，龙芯中科主动减少整机型解决方案销售，解决方案营业收入4,160.61万元，同比下降25.93%，毛利率45.20%，同比增加21.78个百分点。

### 看好存储服务器市场

近日，龙芯中科公布的投资者关系活动记录表显示，看好存储服务器市场。龙芯中科表示，我们很看好存储服务器市场，在云中心服务器采购量中存储服务器大概占总量的百分之二三十，有些能达到百分之四五十。存储服务器领域生态壁垒相对比较小，龙芯服务器芯片产

品可以很好地发挥高性价比的优势。

目前存储服务器领域头部的企业，以及专门做存储服务器的企业都已经在基于龙芯的服务器芯片做存储服务器产品的开发。正常推进的话，大概今年下半年能够形成典型场景应用的案例。另外在存储服务器领域还有很多垂直型的企业，比如说通信运营商等，这种类型客户有自己的算力中心，在其中使用龙芯服务器芯片没有生态壁垒的影响，还可以降低成本。对

于这类客户龙芯也在积极洽谈。

### GPGPU从端侧做起，推理应用为主

GPU市场还是强调要做图形市场，图形显卡市场从数量上肯定是多于AI的训练卡或者服务器卡。GPGPU我们总体上是端侧做起，面向推理的应用为主。已经发布的龙芯2K3000集成了第二代LG200 GPGPU核心，可以应用在大量无人的场景，这种场景有几个T的算力就够用，目前已经有很多企业在基于2K3000开发应用，2K3000的性价比是比较具有优势的。9A1000是首款独立GPGPU，支持终端AI计算（AI PC、无人设备）。9A2000、9A3000定位在中高端显卡。

总体上2K3000产品推出后，9A1000、9A2000、9A3000的性能可以理解为其前一代GPGPU产品性能的4倍或8倍（如做双硅片封装）。9A3000的算力在服务器上是可用的。我们会继续沿着性价比的路径做。当然，GPGPU的研发路线也会根据市场上的具体情况实时调整。

### X纳米工艺制程的研发情况

对于X纳米工艺制程的研发，龙芯表示，Xnm先进工艺32核以上服务器芯片3D7000是龙芯2025-2027重点研发芯片，结合Xnm工艺进展情况也有可能先做1Xnm工艺16核服务器芯片3C6600，具体流片和量产情况要根据IP设计和我们国家工艺迭代的进展程度确定。

龙芯也分享了对于下半年市场的看法，表示宏观上看，信息化市场，政策性办公领域各省的招标进展不是统一的，部分省完成了，部分省还在招。从芯片销售角度看，上半年主要在招标，下半年主要是交付，大概是这样的节奏，所以下年交付会比上半年多。

除了政策性办公市场以外，龙芯在税务等行业的垂直型领域也有一些典型应用场景。未来会有更多行业的业务市场。工控市场，安全应用领域需求今年在恢复，我们上半年的收入当中有所体现，我们判断这个趋势下

半年仍将持续。

未来两三年，我们认为工控和信息化的政策性市场整体业务规模大概率都是在增长的。在市场需求增长的形势下，龙芯计划进一步提高 PC 芯片的市占率，同时争取在服务器领域取得一定市场占比。另外，源于市场的波动具有周期性，龙芯计划在未来两三年把开放市场打开，为未来可持续增长打下基础。这也是我们目前最主要的任务之一。

## 阿里吴泳铭：AGI 不是 AI 发展终点，ASI 才是



9月24日，阿里巴巴集团 CEO、阿里云智能集团董事长兼 CEO 吴泳铭在云栖大会上指出，实现通用人工智能 AGI 已是确定性事件，但这只是起点，终极目标是发展出能自我迭代、全面超越人类的超级人工智能 ASI。

当前的世界，一场由人工智能驱动的智能革命刚刚开始。过去几百年，工业革命通过机械化放大了人类的体能，信息革命通过数字化放大了人类的信息处理能力。“而这一次，智能化革命将远超我们的想象。通用人工智能 AGI 不仅会放大人类智力，还将解放人类的潜能，为超级人工智能 ASI 的到来铺平道路。”吴泳铭表示。

“最近的三年，我们已经清晰地感受到它的速度。几年时间，AI 的智力从一个高中生迅速提升到博士生的水平，还能拿到国际 IMO 的金牌。AI Chatbot 是人类有史以来用户渗透率最快的功能。AI 的行业渗透速度



超过历史上所有技术。Tokens 的消耗速度两三个月就翻一番。最近一年，全球 AI 行业的投资总额已经超过 4000 亿美元，未来 5 年全球 AI 的累计投入将超过 4 万亿美元，这是历史上最大的算力和研发投入，必然将会加速催生更强大的模型，加速 AI 应用的渗透。”吴泳铭说道。

在他看来，实现 AGI——一个具备人类通用认知能力的智能系统，现在看来已成为确定性事件。然而，AGI 并非 AI 发展的终点，而是全新的起点。AI 不会止步于 AGI，它将迈向超越人类智能、能够自我迭代进化的超级人工智能（ASI）。

吴泳铭对 ASI 的解释是：AGI 的目标是将人类从 80% 的日常工作中解放出来，让我们专注于创造与探索。而 ASI 作为全面超越人类智能的系统，将可能创造出一批“超级科学家”和“全栈超级工程师”。ASI 将



以难以想象的速度，解决现在未被解决的科学和工程问题，比如攻克医学难题、发明新材料、解决可持续能源和气候问题，甚至星际旅行等等。ASI 将以指数级的速度推动科技的飞跃，引领我们进入一个前所未有的智能时代。

吴泳铭首次系统阐述了通往 ASI 的三阶段演进路线：

第一阶段：“智能涌现”，AI 通过学习海量人类知识具备泛化智能。

第二阶段：“自主行动”，AI 掌握工具使用和编程能力以“辅助人”，这是行业当前所处的阶段。

第三阶段：“自我迭代”，AI 通过连接物理世界并实现自学习，最终实现“超越人”。

基于此，吴泳铭分享了对 AI 未来发展的几个判断：

第一，大模型是下一代的操作系统。未来，几乎所有链接真实世界的工具接口都将与大模型进行链接，所有用户需求和行业应用将会通过大模型相关工具执行任务，LLM 将会是承载用户、软件与 AI 计算资源交互调度的中间层，成为 AI 时代的 OS。他做了简单的类比：自然语言是 AI 时代的编程语言，Agent 就是新的软件，Context 是新的 Memory，大模型通过 MCP 这样的接口，连接各类 Tools 和 Agent 类似 PC 时代的总线接口，Agent 之间又通过 A2A 这样的协议完成多 Agent 协作类似软件之间的 API 接口。

大模型将会吞噬软件，成为下一代操作系统，将允许任何人用自然语言，创造无限多的应用。未来几乎所有与计算世界打交道的软件可能都是由大模型产生的 Agent，而不是现在的商业软件。潜在的开发者将从几千万变成数亿规模。以前由于软件开发的成本问题，只有少量高价值场景才会被工程师开发出来变成商业化的软件系统。未来所有终端用户都可以通过大模型这样的

工具来满足自己的需求。

模型部署方式也会多样化，它将运行在所有设备上。现在主流的调用模型 API 的方式，来使用模型只是初级阶段，其实看起来非常原始。类似大型主机时代的分时复用阶段，每个人只有一个终端连接上大型主机分时复用。这种方式无法解决数据持久化，缺乏长期记忆，实时性不够，隐私无法解决，可塑性也不够。未来模型将运行在所有计算设备中，并具备可持久记忆，端云联动的运行状态，甚至可以随时更新参数，自我迭代，类似今天的 OS 运行在各种环境之中。

第二，超级 AI 云是下一代的计算机。大模型是运行于 AI Cloud 之上新的 OS。这个 OS 可以满足任何人的需求。每个人都将拥有几十甚至上百个 Agent，这些 Agent 24 小时不间断地工作和协同，需要海量的计算资源。数据中心内的计算范式也在发生革命性改变，从 CPU 为核心的传统计算，正在加速转变为以 GPU 为核心的 AI 计算。新的 AI 计算范式需要更稠密的算力、更高效的网络、更大的集群规模。

这一切都需要充足的能源、全栈的技术、数百万计的 GPU 和 CPU，协同网络、芯片、存储、数据库高效运作，并且 24 小时处理全世界的需求。这需要超大规模的基础设施和全栈的技术积累，只有超级 AI 云才能够承载这样的海量需求。未来，全世界可能只有 5-6 个超级云计算平台。

“未来的 AI 越来越强，甚至超越人类智能能力的 ASI 诞生，那我们人类和 AI 将如何相处？”吴泳铭表示，超级人工智能到来之后，人类和 AI 是一个崭新的协同方式。从 Vibe Coding 到 Vibe Working，未来每个家庭、工厂、公司，都会有众多的 Agent 和机器人 24 小时为我们服务。也许，未来每个人都需要使用 100 张 GPU 芯片为我们工作。

“正如电曾经放大了人类物理力量的杠杆，ASI 将指数级放大人类的智力杠杆。过去我们消耗 10 个小时的时间，获得 10 小时的结果。未来，AI 可以让我们 10 小时的产出乘以十倍、百倍的杠杆。回顾历史，每次技术革命解锁更多生产力之后，都会创造出更多的新需求。人会变得比历史上任何时候都强大。”吴泳铭最后表示。

(来源：中国电子报)



# 浙江省半导体行业协会

## 一、协会简介

浙江省半导体行业协会成立于2001年12月23日，是由浙江省内从事半导体领域（集成电路、半导体分立器件、LED、半导体材料及太阳能光伏、半导体装备和其它产业链配套等）教学、科研、设计、生产制造及推广应用服务、在省内外具有一定知名度的企事业单位联合发起并由业内许多企事业单位自愿参加组织起来，不以赢利为目的、依法登记、具有独立法人资格的社会团体。

作为政府和企事业单位之间的桥梁与纽带，为浙江省内半导体行业服务，为广大的半导体企事业单位服务，协助政府部门做好行业管理的服务工作，推动浙江半导体产业又好又快发展。

## 二、服务内容

（一）行业咨询服务：接受会员单位上门、电话、网络即时通讯等多种方式的咨询服务；可为企业重大项目提供技术评估咨询、项目决策咨询等服务，必要时可提供专题报告；每年为会员单位提供《浙江省半导体行业发展报告》一份。

（二）行业交流服务：协助会员单位开展本地区、国内外同行业及相关行业之间的联系与交流，以研讨会、座谈会等多种形式广泛开展市场、技术、人才、专业等交流活动，拓展会员单位的服务空间。

（三）政府对接服务：协助企业向行业主管部门反映企业的意见和建议，做好企业与政府之间的桥梁角色；协助企业申报政府项目，享受国家优惠政策核查等服务工作，做好各类调研，必要时可为企业开具符合政府有关要求的情况说明（细分领域数据需由企业提供）。

（四）科技成果服务：促进会员单位科技成果与地方经济相结合，拓展产品市场和企业商机，谋求会员利益最大化。每年开展会员单位优秀产品的评选推荐活动；为会员单位提供产品供需对接信息，协助上下游产业资源互通。

（五）信息互享服务：与国内外同行业在产品技术、专业人才、市场经营等方面信息共享及开展业务合作，及时为会员单位提供国内外和浙江省产业发展动态和资讯，宣传、推广会员单位相关信息。

（六）行业培训服务：每年为会员举办年会暨高峰论坛，为会员单位提供高质量行业学习机会；根据会员单位的需求，不定期举办行业技术、人才、管理、政策、知识产权等方面的培训。

（七）展会和考察服务：提供会员单位行业相关的展会资讯，根据企业需求推荐参展或组织观展，以及参加产业与技术发展论坛，会员单位能享受一些展会布展优惠；根据需求组织会员单位进行国内外各种考察与展览活动，为企业开拓国内市场。

（八）投融资服务：协助企业进行项目落地投资服务，可为企业与招商地市协调方案，组织调研活动；协助企业与大基金、融资租赁等金融公司进行对接，为企业提供资金。

## 欢迎广大半导体企业加入协会！

联系人：萧璿

联系方式：17300929113 854852842@qq.com

地址：杭州市滨江区六和路368号海创基地北楼B4068



杭州国家集成电路设计产业化基地有限公司  
杭州国家集成电路设计企业孵化器有限公司

地址：杭州市滨江区六和路368号海创基地北楼四楼B4092室  
投稿：incub@hicc.org.cn  
官网：www.hicc.org.cn  
电话：86- 571- 86726360  
传真：86- 571- 86726367