

总第363期 | 2023/04月刊

天堂之芯

INTEGRATED CIRCUIT NEWS

杭州国家“芯火”双创基地（平台）获
“2022年度创业服务机构”称号

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 Xinhua 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

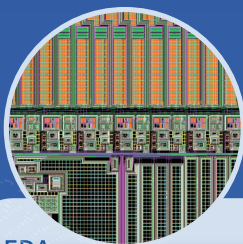
引领芯发展 助力芯腾飞

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



公共技术服务



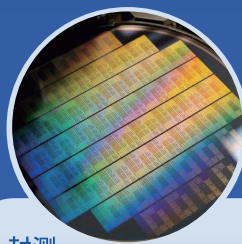
EDA

提供Siemens EDA、Synopsys、Cadence和华大九天等公司全流程的EDA软件服务。



流片

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



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。



IP

提供IP设计、验证、测试和SoC集成服务,支持企业进行SoC产业化和应用。

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

国家集成电路设计人才培养基地 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 Xinhua Platform for Innovation and Entrepreneurship (Hangzhou)

中华人民共和国工业和信息化部

◆ 芯动态

- 杭州国家“芯火”双创基地（平台）荣膺“2022年度创业服务机构” - 01
- 浙江省半导体行业协会走访菱湖化工园区及相关单位 - 02
- 全国集成电路技术应用专业技能人才培养研讨会圆满落幕 - 03

◆ 芯观点

- 魏少军：日本新发布的半导体管制措施损人不利己 - 05
- 单忠德院士：加快实现高水平科技自立自强 - 06
- 干勇：化合物半导体是我国重构全球半导体产业竞争格局的重要突破口 - 08

◆ 芯企业

- 清纯半导体：完成数亿元A+轮融资 - 09
- 米德方格：获超千万元投资 - 09
- 双元科技科：获证监会同意创业板IPO注册申请 - 10
- 年产1200套智能检测系统项目：总投资1亿元，嘉兴海盐开工 - 10
- Innovusion（图达通）：车载激光雷达项目签约落户浙江 - 11
- 星曜半导体：约7.5亿元，5G射频滤波器硅基晶圆项目签约温州 - 11
- 科睿斯半导体：FCBGA（ABF）高端载板产业项目签约浙江 - 12
- 狮门半导体：功率器件生产项目签约浙江温岭 - 12
- 安测半导体：义乌工厂投产，建设芯片测试基地 - 13
- 嘉兴金氟微电子：总投资6000万元，高端半导体耗材项目投产 - 13
- 赛腾股份：拟25亿元投建湖州高端半导体等装备生产基地项目 - 14
- 2023杭州市独角兽（准独角兽）榜单发布 - 14
- 100家中国芯片设计上市公司排名 - 15

◆ 芯资讯

- 中国芯片：进口下滑23%，出口下滑13.5% - 17
- 首个界定独角兽类、瞪羚类国家标准已实施 - 19
- 全国集成电路标准化技术委员会成立大会在京召开 - 20
- 中国科学院大学宁波材料工程学院正式全面启用 - 20
- 首场“中国视谷”产业生态大会在杭举行 - 23
- 功率半导体的机遇 - 25
- GAA的机遇和挑战 - 39
- 把激光集成到芯片上的方法 - 44
- 金刚石半导体的脚步越来越靠近半导体产业链 - 48
- 中国Chiplet的机遇与挑战及芯片接口IP市场展望 - 50
- 除了光刻机，哪类半导体设备国产替代空间最大？ - 55
- 颠覆性创新的概念嬗变、边界拓展与未来研究展望 - 58
- 欧盟470亿美元芯片法案通过，支持成熟节点扩张 - 65
- 日本半导体设备出口限制升级对我国半导体设备行业影响 - 70

◆ 芯政策

- 长三角科技创新共同体联合攻关计划实施办法 - 72
- 杭州市经信局关于组织开展2023年第一批杭州市工信领域项目申报工作的通知 - 74
- 杭州高新开发区（滨江）支持“专精特新”企业加快发展的实施意见 - 75
- 关于促进新一代人工智能创新发展、推动产业生态建设的若干政策 - 80

◆ 芯伙伴

- 浙江省半导体行业协会 - 83

*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） 荣膺“2022年度创业服务机构”



4月10日，由中国科协指导，杭州市人民政府、民建浙江省委会、中国投资发展促进会联合主办的第七届万物生长大会在杭州举办。本届万物生长大会的主题是“大江东去——奔竞浪潮之巅”。当今世界，新一代科技革命和产业革命突飞猛进，创新已经成为转换经济发展方式、推进高质量发展的重要引擎，大会主题深度契合当今世界的潮流和方向。

大会发布了2022年度杭州市创业投资评选榜单，评选出了2022年度创业人物、创业人物、年度新锐创业之星、新锐创业之星、年度投资人物、投资人物、年度新锐投资之星、新锐投资之星、年度创业服务机构和创业服务机构等奖项，由杭州国家集成电路设计产业化基地有限公司运营的杭州国家“芯火”双创基地（平台）获评“2022年度创业服务机构”。大会上，杭州市创业投资协会联合微链共同发布了《2023杭州独角兽&准独角兽企业榜单》。杭州国家“芯火”双创基地（平台）服务的艾诺半导体、比科奇、傲芯科技、朗迅科技、视芯科技、行芯科技等15家企业入选“2023杭州准独角兽企业”。

（资料来源：杭州国家芯火）

杭州准独角兽企业 354家

先进制造

艾诺半导体	安脉盛	奥创光子	奥思伟尔	贝丰科技	比科奇微电子	必博科技	超腾能源
地芯科技	地芯引力	飞仕得科技	福膜新材	港流科技	杭州傲芯科技	厚达智能	华澜微
华普永明	华望系统科技	加速科技	迦智科技	捷配科技	巨骐信息	卡深科技	蓝固新能源
蓝芯科技	朗迅科技	龙兴航电	罗莱迪思	纳晶科技	派恩杰	氢途科技	睿熙科技
赛脑智能	视光半导体	视芯科技	图谱光电	托普云农	唯美地半导体	睿德科技	西湖未来智造
喜马拉雅信息	先临三维	纤纳光电	雄迈集成	祥邦科技	芯耘光电	行芯	亚培烯科技
易加三维	易思维	宇树科技	云合智网	云深处科技	兆晟科技	浙达能源	浙江芯科
中电安科	中科国生	中科极光	中控太阳能	众硅科技			

浙江省半导体行业协会走访菱湖化工园区及相关单位

为深入了解浙江南浔经济开发区菱湖化工园区及企业的发展现状及发展需求,充分发挥浙江省半导体行业协会(以下简称“协会”)的桥梁纽带作用,加强协会与企业的沟通交流,提高协会综合服务能力,强化协会辐射能力,4月17日,浙江省半导体行业协会秘书长丁勇、高级顾问陈光磊、副秘书长陈丽霞等一行赴湖州市菱湖镇走访调研,菱湖镇党委副书记、镇长曹军军,菱湖镇党委委员、副镇长吴燕,菱湖镇驻外招商等领导陪同调研并座谈。调研团队先后参加菱湖镇人民政府和相关企业的座谈会,参观菱湖化工园区,并实地走访了浙江三时纪新材料科技有限公司和浙江大学湖州研究院。



▲菱湖镇人民政府和相关企业的座谈会

在座谈会上,菱湖镇党委副书记、镇长曹军军围绕菱湖化工园区的基础设施、政策支持、要素保障、产业规划等方面,全面详细地介绍了菱湖化工园区的发展现状、核心优势、项目落地、园区布局及发展方向等情况。协会秘书长丁勇和高级顾问陈光磊围绕集成电路材料产业的发展现状与趋势、园区建设的重点因素、产业链上下游对接合作、协会提供的专业服务等方面展开了详细介绍。睿高新材料、瑞通高分子和绿田新材料作为菱湖镇代表企业从企业角度全面介绍了菱湖镇产业生态优势、企业发展遇到的困难以及对菱湖镇发展集成电路产业的思考和建议。



▲走访调研企业

随后,调研团队参观了菱湖化工园区,对园区产业格局、腾笼换鸟计划、发展优势、未来的布局规划等做了全面了解和深入探讨。菱湖化工园区未来规划五大组团一体化发展,即半导体新材料组团+生物医药组团+功能性新材料组团+高端装备制造组团+传统产业提升组团。在浙江三时纪新材料科技有限公司,调研团队参观了公司展厅并座谈交流,三时纪副总经理杨宇峰围绕公司发展历程、核心技术、产品情况、行业地位、发展目标等方面做了详细介绍。与会双方就目前产业整体环境、市场规模、产业布局、产业链上下游协同合作、未来规划等情况开展了沟通交流。在浙江大学湖州研究院,调研团队参观了研究院的展厅,了解了研究院的建设过程及科研能力,技术转移与合作部主任钮树强围绕智能无人系统、智能工控系统、智能感知仪器等方向的研究成果展开了详细介绍。

通过此次走访调研,协会对于菱湖化工园区与企业的发展现状、发展环境、发展诉求等有了更加全面的了解,为协会后续提供精准专业服务奠定了良好的基础。下一步,协会将根据园区和企业的发展需求,集聚创新资源,强化集成电路产业链供应链上下游对接合作,加强科技成果落地转化,促进创新链与产业链深度融合,为菱湖化工园区半导体材料产业发展提供强有力的支撑,助推菱湖化工园区发挥自身优势,不断做强做大,打造长三角半导体新材料特色产业园,推动集成电路产业高质量发展。

(来源:杭州国家芯火)

全国集成电路技术应用专业技能人才培养研讨会圆满落幕



教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑，集成电路则是现代化产业体系的核心枢纽，关系国家安全和中国式现代化进程。随着我国集成电路产业和市场的不断发展，技术技能型、复合型人才缺口日益凸显。2023年4月15-16日，全国集成电路技术应用专业技能人才培养研讨会在杭州萧山技师学院圆满召开。本次会议由浙江省半导体行业协会、全国集成电路专业群职业教育标准建设委员会主办，杭州萧山技师学院、杭州朗讯科技股份有限公司、杭州朗讯数智科技有限公司承办，杭州国家“芯火”双创基地（平台）、杭州集成电路测试公共服务中心、杭州芯云半导体技术有限公司协办。

洞悉产教 前沿联动



杭州萧山技师学院书记王尧林先生在致辞中表达了对远道而来的参会代表的欢迎，希望与各院校、产业一道，共同以发展解决前进中的问题、靠创新实现赶超跨越，达成教育芯突破。

浙江省半导体行业协会高级顾问陈光磊先生在报告中强调，长三角地区是我国最主要的集成电路研发和生产基地，集成电路产业规模占全国比重超过50%，并在特色领域竞争优势明显，走出一条“特色

产业强，特色企业多，特色经济活”的特色发展之路。要以校校联合、产教融合，不断加强数字赋能，围绕产业发展打造一支数量充足、结构合理、业务精湛的产业人才队伍。

杭州芯云半导体技术有限公司CMO李震先生在报告中以芯云半导体领先的高端一站式量产测试解决方案引入，从创新态势、国际形势、发展模式、支撑方式深刻剖析了产业发展趋势。芯云半导体作为朗迅子公司，持续联合产业全链共同推进芯机联动，建设技术先进、安全可靠、自主可控的集成电路产业体系和完善的集成电路科研及服务平台。

杭州朗迅数智科技有限公司副总经理徐守政先生发言。我国集成电路产业面临着重重挑战，但这也意味着种种机遇。人才是第一生产力，朗迅科技持续发挥先锋引领作用，以高端产业布局+完备生态战略，以岗课赛证综合融通、政行企校共建共享等多模态推动产教多向赋能，开放探索，共同打造中国集成电路产学研用一体化育人机制。

共建专业 生态体系



绍兴技师学院校长盛锡红先生讲述了《绍芯故事》，从“与芯有缘”“与芯相恋”“与芯守望”三个篇章介绍了学院瞄准国家和区域发展战略需求，精准对接绍兴集成电路产业的历程。学院将持续做好融、链、赢三篇文章，产教同频，持续做大微电子学院平台；做强微电子专业群；做特微电子培训基地；做实理实一体化；做精国际化合作。

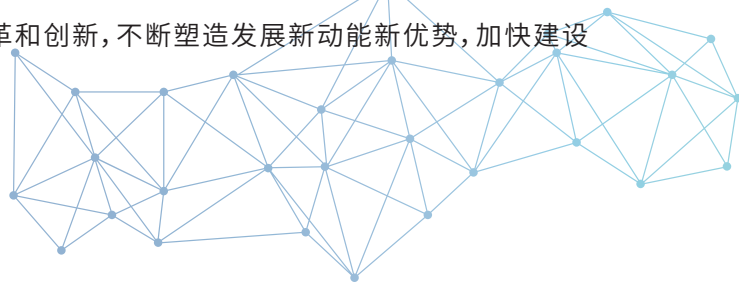
厦门技师学院副校长赵广平先生在会上围绕《技能为本 共育匠才》，分享了学院以岗位需求为中心的工学一体化教学改革工程、素质素养课程体系建设工程、学生教育管理工程、全员学徒制工程、以服务终生职业教育为目标的社会培训工程等全面对接产业的技能人才培养五大工程的具体实践，不断优化专业发展，以技能兴邦。

杭州萧山技师学院校长许红平先生以《拥抱集成世界》为主题，强调面向未来需求，回归教育原本需要重构教育。要重构教育，要从单点罗列思维向系统生态思维转变，从只谈职业教育向分析所有教育转变，从只谈所有教育向洞察整个世界转变，要认清万物互联、世界集成、科技颠覆、人机协同、战略转移、共同富裕、产业重构、人类迭代的趋势。这是为党育人、为国育才之基，也是让下一代正常发展、成为未来刚需人才之道。

参观研讨 共话发展

人才是第一资源、创新是第一动力。习近平总书记强调，要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动。本次会议积极响应科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略，旨在促成产业、教育、社会的积极联动，“聚天下英才而用之”，促进专业教育改革创新，不断塑造发展新动能新优势，加快建设教育强国、科技强国、人才强国。

(来源：杭州国家芯火)



魏少军：日本新发布的半导体管制措施损人不利己

2023年3月31日，日本政府宣布在补充“瓦森纳协定”的同时，将以前未纳入出口管制的、包括全部浸没式深紫外（DUV）光刻机在内的23种半导体制造设备追加至出口管制范围之内，并从即日起对修正案征求公众意见。在征求意见的基础上，将制定最终规则。征求意见的截止日期是2023年4月29日。日本政府的这个决定势必对全球半导体产业产生非常不利的影响，也会反噬日本半导体产业。



尽管日本经济产业省大臣西村康稔在答记者问时一再强调这个修正案不针对特定国家，是日本政府自己的判断，而不是对美国去年10月7日出口管制措施的追随和仿效，但明眼人一看就知道这个修正案针对的就是中国，是日本在美国胁迫下妥协的结果。这个修正案虽然打着防止高端设备被转用于军事用途的幌子，但其背后的用意十分清楚，就是日本政府追随美国政策，协助美国对中国半导体产业实施遏制和打压。其实，用防止转用于军事用途的借口来限制设备出口中国，借口十分幼稚，业界对其背后的目的心知肚明。

半导体是全球化最为彻底的产业之一。过去四十年，移动通信标准的统一，促进了移动通信设备技术和产品标准的统一，造就了全球化的产业链，为全球经济带来了繁荣。作为移动通信设备不可或缺的集成电路芯片，也在这个过程中实现了产业链的全球化 and 供应链的全球化。与此同时，半导体产业模式也从之前大一统的系统厂商模式（Systemhouse），逐渐分化出集成器件制造商（IDM），进一步产生了无制造半导体（Fabless）加代工（Foundry）的模式，进入新世纪以来，产业继续细分，孕育出电子设计自动化（EDA）、知识产权芯核（IPcore）、设计服务等多种新业态。这些新的产业模式极大地解放了生产力，促进了全球半导体产业的繁荣。例如，有不少美国半导体企业将高端芯片产品的生产放在中国台湾或韩国，将中低端的芯片产品生产放在中国大陆。为大家喜爱的iPhone手机的芯片在美国设计，在中国台湾生产，在东南亚国家封装，并与来自日本、韩国、欧洲和中国大陆的各种元器件一起组装成整机，再被销售到全球。如果没有全球的分工合作，手机的成本将飙升，手机制造商的利润会大幅下降。无论是日本、中国还是美国，都是半导体全球价值链的一环，谁都离不开谁。之所以半导体产业的全球化能够如此彻底，就是因为这个产业链的每个环节都是获益者，都从中得到了最大的收益。一旦半导体全球产业链被破坏，那么现行产业模式下的大、小企业都将遇到麻烦。中国作为全球半导体供应链最重要的环节之一，一旦出现麻烦，全球半导体产业也将受到损害，后果的严重性，绝不是我们现在能够想象的。

日本是半导体强国，曾经在全球市场占有率非常重要的地位。上世界八十年代后，日本半导体受到美国的打压一蹶不振，产业逐渐萎缩，著名的日本东芝半导体近年来也不得不出售给美光公司。但在半导体制造装备领域，日本仍然占据举足轻重的地位，具备全球半导体装备市场近百分之四十的份额，为全球半导体产业的繁荣发挥着重要作用。显然，在日本半导体产业整体下行的当下，维护日本半导体设备在全球的市场份额和竞争力对日本产业而言十分重要。毫无疑问，日本政界对此心知肚明。中国的半导体产业正在崛起，每年投入的资金近300亿美元，其中采购日本设备和材料的资金超过100亿美元，这对任何人来说都不是一个容易忽略的数字。过去一年，美国半导体装备企业在中国市场的销售被自己的政府捆住手脚，损失惨重。如果日本限制先进半导体装备向中国出口，毫无疑问也会重蹈美国企业的覆辙。前车之鉴，后车之师，值得日本政府认真对待。

过去三十年，中国半导体产业按照全球化的思路布局和发展。对全球化的信任，使得中国半导体产业对全球合作伙伴充满了信任。中国半导体产业界一直在身体力行地与各国、各地区的半导体产业伙伴合作，推进半导体产业的全球化进程，维护半导体全球供应链的安全。这也是为什么在美国对中国半导体产业实施打压和遏制时，我们会感到被动、错愕和不解。但是中国并没有以恶制恶，而是以德报怨，继续坚决地维护全球半导体产业链的完整性，只是在一些被美国卡脖子的领域被迫采取了自救措施。令人欣慰的是，中国半导体装备企业的能力提升之快，竞争力之强还是超出了大多数业内人士的预期。在半导体装备的发展中，中国企业急起直追，尽管还有不小差距，但发展潜力有目共睹。如果说十年前，国产半导体装备还是一片空白，现在已经有相当一部分装备实现了国产化。在政府的支持下，有资本的加持，有市场的支撑，假以时日，中国的半导体装备支撑起中国半导体产业的一片天不是不可预期的。显然，日本企业迫于外界的压力退出中国这一具有广阔前景的市场十分可惜，日本政府应该坚定地站在企业的立场上，损人不利己的事情不做也罢。

不可否认，日本可能承受巨大的压力，日本政府在美国政府面前的议价能力有限。这个时候，需要日本产业界的努力，更需要日本政府的理性。建议日本政府坐下来与中国政府认真讨论一下，在互惠互利的前提下寻找合适的解决方法。这是站在全人类福祉的立场上，防止事态向前发展到不可控。毕竟维护半导体全球产业链的完整性是对各方最有利的选择，值得大家去共同努力。

（来源：芯榜，作者系清华大学集成电路学院教授魏少军）

单忠德院士：加快实现高水平科技自立自强



习近平总书记指出：“加快实现高水平科技自立自强，是推动高质量发展的必由之路。”当前，世界百年未有之大变局加速演进，新一轮科技革命和产业变革深入发展，科技创新已经成为国际战略博弈的主要战场。我国要在激烈的国际竞争中牢牢把握发展主动权，推动高质量发展，如期全面建成社会主义现代化强国，必须把创新摆在国家发展全局的突出位置，大力实施创新驱动发展战略，加快实现高水平科技自立自强，厚植高质量发展内生动力。

加强党中央集中统一领导,充分发挥新型举国体制优势

加强党中央对科技工作的集中统一领导,是实现高水平科技自立自强的根本保证。要深刻把握科技创新的内在规律、演变特征和发展趋势,切实把思想和行动统一到党中央决策部署上来,不断增强走中国特色自主创新道路的思想自觉和行动自觉。坚持系统观念,前瞻性思考、全局性谋划、战略性布局、整体性推进国家科技发展的重大战略、重大规划、重大政策,统筹解决科技领域战略性、方向性、全局性重大问题。充分发挥国家作为重大科技创新组织者作用,进一步完善重大科技创新的市场导向机制、人才评价激励机制、科技成果转化机制等,坚持全国一盘棋、上下一条心、拧成一股绳,汇聚起政府、市场、社会等各方面推进高水平科技自立自强的强大合力。

聚焦国家战略需求,着力提高战略发展能力

当前,科学研究范式正在发生深刻变革,为我们开辟新领域新赛道、加快实现高水平科技自立自强提供了宝贵机遇。我们要聚焦国家战略需求,建立完善竞争性支持和稳定支持相结合的基础研究投入机制,始终坚持“四个面向”,有组织地推进战略导向的体系化基础研究、前沿导向的探索性基础研究、市场导向的应用性基础研究。以钉钉子精神持续推动科技创新发展,建立一批关键核心技术攻关平台,形成一批关键核心技术成果,尽快突破一批重点领域关键核心技术。瞄准未来科技创新和产业发展制高点,统筹优化国际科技创新中心、区域科技创新中心、国家创新型城市等点线面结合的区域创新布局,集聚力量开展原创性引领性科技攻关,前瞻谋划和部署一批战略性、储备性技术研发项目,充分发挥并有效调动全国科技力量,加速形成具有中国特色的重大科技创新模式。

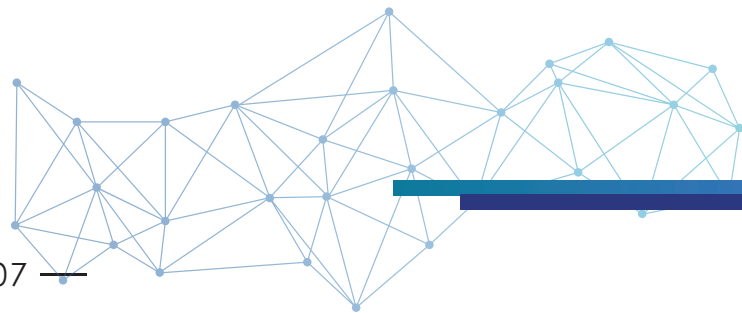
提升自主培养质量,全面建设战略人才梯队

加强科技人才队伍建设是实现高水平科技自立自强的重要保障。要深化科研人才发展体制机制改革,完善战略科学家发现、培养、激励机制,整合一流科技领军人才和创新团队、青年科技人才、卓越工程师等的建设体系,建立完善面向未来的拔尖创新人才早发现、早培养、早跟踪机制。构建人尽其才、才尽其能的人才评价、使用、激励等一揽子政策体系,重点抓好完善评价制度等基础改革,分层分类建立完善自由探索型和任务导向型科技项目分类评价制度,持续深化针对高层次人才的灵活性、中长期激励方式改革,吸引更多优秀人才进入科研队伍,为他们脱颖而出创造条件,把我国制度优势转化为人才优势、科技竞争优势。大力弘扬科学家精神、工匠精神、劳模精神,培育创新文化,涵养优良学风,突出对重大科技创新工程、重大科技活动、优秀科技工作者、创新创业典型事迹的宣传,营造崇尚科学、尊重创新的价值理念和文化氛围,不断增强科技人才的使命感、获得感、成就感。

突出产学研深度融合发展,大力提升协同创新整体效能

推动教育、科技、产业有机衔接,打通科技成果转化的“最后一公里”,促进产学研深度融合,是实现高水平科技自立自强的必然要求。优化国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业的定位和布局,进一步突出企业创新主体地位,探索企业主导、院校协作、多元投资的产学研深度融合新机制新模式,促进各创新主体充满活力、高效协同,促进人才、技术、资本等创新要素流动更加有序、更加畅通。鼓励和支持企业、高校和科研院所站在构建人类命运共同体高度积极谋划创新、推进创新,不断深化与走在全球科技前沿、处在产业高端的知名院校和企业的深度合作交流,深度参与和有力引领全球创新链产业链变革,探索多种模式的国际科技合作和交流,打造我国国际科技合作新格局。

(来源:人民日报)



干勇：
化合物半导体是我国重构
全球半导体产业竞争格局
的重要突破口



当前，各主要经济体全力布局半导体产业，力争在新的产业格局中占据有利位置。中国工程院院士、国家新材料产业发展专家咨询委员会主任干勇4月20日表示，化合物半导体是我国重构全球半导体产业竞争格局的重要突破口，是我国在半导体领域实现突围的关键赛道。干勇是在当天举办的2023中国光谷九峰山论坛暨化合物半导体产业发展大会上作上述表示的。他认为，与集成电路相比，化合物半导体对下游制造环节设备的要求相对较低，投资额相对较小，能够在一定程度上摆脱对以高精度光刻机为代表的先进加工设备的依赖。下游应用企业基于对供应链安全的考量、国家政策支持和资本市场活跃也为产业发展提供了很好的机遇。

全球半导体产业正处于新一轮深度调整阶段。干勇表示，从国际半导体产业发展趋势来看，随着硅半导体材料主导的摩尔定律逐渐走向其物理极限，同时硅也满足不了微波射频、高效功率电子和光电子等新需求快速发展的需要，以第三代半导体为代表的化合物半导体材料快速崛起，未来10年将对国际半导体产业格局的重塑产生至关重要的影响。特别是光电子产业正从萌芽走向成长期，民用方面支撑光纤通信网络、5G通信等基础的信息高速公路建设，军事上光电子技术用于激光雷达、红外探测、通信、激光陀螺、传感探测等，将成为整个信息产业中一个新的经济增长极。“2022年在全球疫情、中美博弈和需求端疲软等多重因素影响下，全球半导体产业进入下行周期，但在新能源汽车、光伏、储能等需求带动下，国际第三代半导体产业增长超预期，进入高速成长期。”干勇说。他认为，第三代半导体产业发展呈现出明显的应用牵引的特点。一是消费类电子产品、新能源汽车、5G移动通信、高效智能电网等领域展示出广阔的、不可替代的应用前景，预计将形成万亿级规模的应用市场。二是上游材料产能持续释放且量产技术趋于稳定，器件的产线从6英寸向8英寸发展，推动成本大幅下降。三是随着国产企业技术突围，进口替代空间广阔。

干勇表示，当前国际竞争已经由产品竞争、企业竞争上升为产业链之间的竞争，未来2-3年是产业发展的关键期，我国亟须形成有国际竞争力产品的批量化供应能力，需要长期持续迭代应用提高性能，发挥我国有效市场和有为政府结合的优势，以应用促发展，加快产品迭代研发，完善材料测试评价方法和标准体系，推进国产材料和芯片产业化，培育细分领域国际龙头品牌企业，提升我国产业创新能力和国际竞争力。“半导体新材料、工艺和装备这三个核心产业环节协同研发创新是建立半导体技术和产业核心竞争力的必要途径，需要依托国家2030重大项目、材料国家实验室、国家第三代半导体技术创新中心等项目和平台，建设战略定位高端、组织运行开放、创新资源聚集的平台和国家战略科技力量。”干勇说。他同时建议，未来应该进一步通过推动建设多元化动态矩阵式创新联合体生态群，实现强链、强研、强基，解决产学研上下游缺乏有效整合、链条不通畅、企业弱小散、低水平重复建设等问题，在新一轮半导体产业竞争中发挥更大的作用。

（来源：中国经济时报）

清纯半导体：完成数亿元A+轮融资

近日，清纯半导体(宁波)有限公司(以下简称：清纯半导体)宣布完成数亿元A+轮融资，由蔚来资本、士兰微及其战略基金、华登国际联合领投，老股东高瓴创投(GL Ventures)持续加注，同时获得宏微科技、鸿富资产及多家电源和光伏企业等机构支持。融资将用来进一步完善供应链布局、扩大团队、建设量产实验室并支撑产品上量。清纯半导体成立于2021年3月，是一家聚焦于碳化硅(SiC)半导体领域的芯片公司，是国内领先的碳化硅功率器件供应商。其官方消息显示，公司是目前国内极少数能够在SiC器件核心性能和可靠性方面达到国际一流水平、并且基于国内产线量产车规级SiC MOSFET的企业之一，其相关产品已经在新能源发电、新能源汽车等领域得到广泛应用。

自2021年底A轮融资以来，清纯半导体在碳化硅器件技术研发和产品开发等方面取得一系列进展。1200V SiC MOSFET平台技术成熟，多规格产品实现量产，并通过AEC-Q101车规级认证和960V-H3TRB可靠性验证；推出了首款国内量产的15V驱动SiC MOSFET系列产品，各项性能指标均达到或超过国际同类产品，实现SiC MOSFET芯片出货近百万颗，服务多家光伏与储能行业头部客户；推出了国内最低导通电阻的1200V 14mΩ SiC MOSFET，通过Tier1厂商验证，性能对标国际主流主驱芯片，目前正在多家车企验证。2022年3月，清纯半导体被引进到宁波前湾新区落户，在新区建设公司总部及研发中心。据悉，清纯半导体(宁波)有限公司总部面积4600平米，建设四大实验平台：一楼建设器件性能测试平台、晶圆测试及老化平台；三楼建设可靠性及应用平台；四楼建设器件测试及老化平台。实验室总规划面积超2500平米，配备了国际领先的功率器件参数测试及可靠性设备，平台总投入近亿元，具备支撑月产近千万颗碳化硅器件的测试及筛选能力。

(来源：半导体前沿)

米德方格： 获超千万元投资



近日，宁波米德方格半导体技术有限公司(以下简称“米德方格”)获得投资机构与宁波市天使投资引导基金合计超千万元投资。米德方格成立于2021年，是一家高性能数模混合设计公司，专注于射频及毫米波通信与感知技术、低功耗高性能RFIC相关的设计和开发，旗下产品包括RF前端PA、高性能ADC、PLL、UWB SOC(超宽带)等。米德方格拥有国内为数不多的具备成熟车规级芯片研发、运营和量产能力的团队，该公司产品和解决方案被广泛应用于汽车电子、电源管理系统、照明、工业设备、可便携式产品、通信设备、消费类电子及电脑3C产品等领域。

(来源：集微网)

双元科技科：获证监会同意创业板IPO注册申请

4月18日，证监会披露了关于同意浙江双元科技股份有限公司首次公开发行股票注册的批复，同意双元科技科创板IPO注册申请。据了解，双元科技是生产过程质量检测及控制解决方案提供商，专注于为企业提供产品生产过程中的面密度/厚度/克重/定量、水分、灰分等工艺参数检测并对生产过程进行高精度闭环控制的在线自动化测控系统，以及适用于表面瑕疵检测、内部缺陷检测和尺寸测量的机器视觉智能检测系统。公司的产品可助力客户实现智能化检测及自动化控制。

经过多年的研发积累，双元科技建立了在线测控和机器视觉检测两大技术平台，实现为多个行业知名企业提供质量在线自动化测控和机器视觉检测解决方案，如新能源汽车行业的比亚迪、蜂巢能源、欣旺达、亿纬锂能、青山控股、赢合科技、科恒股份、嘉元科技和诺德股份等；薄膜行业的福斯特、金韦尔机械等。经过十多年的发展，公司已成长为新能源汽车、光伏膜材、无纺布及卫材、造纸行业片材生产过程质量检测及控制解决方案的领先企业。双元科技表示，公司注重核心硬件和软件算法的自主研发，自研的X/β射线传感器、微波水分传感器、高速数据处理模块、扫描架、智能执行机构、工业线阵相机、智能图像处理板卡、光源及恒流控制器和软件算法等广泛应用于公司产品中，其中，公司在产品生产过程中使用自研的微波水分传感器和工业线阵相机替代了外购的进口微波水分传感器和工业线阵相机，提升产品的自主可控水平，巩固产品的技术壁垒，实现了从主要核心部件自研到智能测控装备系列产品的布局。

（来源：集微网）

年产1200套智能检测系统项目：总投资1亿元，嘉兴海盐开工



4月15日，年产1200套智能检测系统项目在嘉兴海盐县举行开工仪式。海盐发布消息显示，年产1200套智能检测系统项目总投资1亿元，由德创电子公司投资，项目主要以互感器、振荡器、变压器、继电器、模拟和数字集成电路单元、电感等原辅材料，采用SMT生产、装配检测、老化测试、包装、调试等技术或工艺，形成年产1200套智能检测系统的生产能力。天眼查消息显示，海盐德创电子有限公司由杭州德创电子股份有限公司100%持股，杭州德创电子股份有限公司成立于2007年，是一家面向电力计量、智能制造的检测自动化产品及方案提供商。

（来源：集微网）

Innovusion (图达通) : 车载激光雷达项目签约落户浙江

近日,浙江德清县举行2023年一季度重大产业项目集中签约暨集中开竣工活动。集中签约项目31个、总投资280亿元,集中开竣工项目85个、总投资282.4亿元,涵盖新能源、新材料、高端装备制造等领域。其中,Innovusion(图达通)年产500万台车载激光雷达项目签约落户。项目计划总投资110亿元,将建设35条车载激光雷达生产线,引进上下游配套企业形成激光雷达产业链,达产后预计年产值约150亿元。

Innovusion成立于2016年,是全球图像级激光雷达提供商,在硅谷、苏州和上海设有研发中心,在宁波和武汉拥有高度工业化的车规级激光雷达制造基地。2018年,Innovusion获得A轮3000万美元融资,蔚来资本(NIOCapital)、富达国际旗下斯道资本(EightRoadsVentures)和美国F-PrimeCapital共同领投。2021年,完成6400万美元的B轮融资,由淡马锡、BAI资本和愉悦资本联合投资,老股东蔚来资本、斯道资本和FPrime也参与其中。2022年,图达通实现新能源汽车车规激光雷达的量产上车。图像级超远距激光雷达猎鹰(Falcon)作为蔚来ET7、ES7及ET5的Aquila超感系统标配量产交付。来源:

(来源:拓璞产业研究院)

星曜半导体: 约7.5亿元, 5G射频滤波器硅基晶圆片项目签约温州



4月14日,星曜半导体年产12万片5G射频滤波器硅基晶圆片项目签约落户温州市温州湾新区。温州首家晶圆厂即将诞生,将填补该市集成电路产业链相关制造领域空白;该项目也是浙江星曜半导体有限公司实现射频滤波器芯片从自主设计到自主生产的重要一环。2020年,星曜半导体落户温州湾新区,目前已成功研发出BAW WiFi 6E、n79F滤波器芯片等系列产品,拥有50余项专利。此次配套晶圆制造基地项目,总投资约7.5亿元,规划用地面积约60亩。项目投产后,能减少晶圆加工生产对外依赖,助力形成稳定产能。

(来源:集微网)

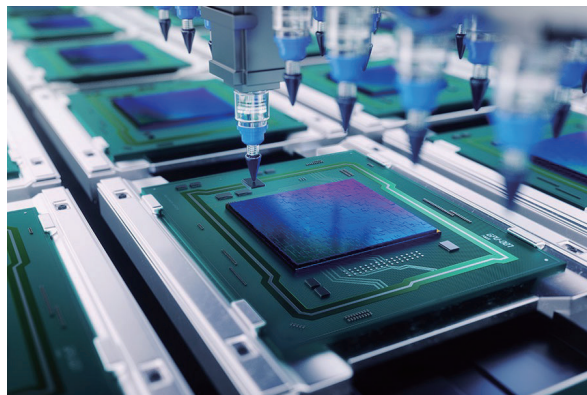
科睿斯半导体： FCBGA (ABF) 高端载板产业项目签约浙江

4月10日，浙江东阳市在深圳举行重大项目集中签约仪式，包括FCBGA (ABF) 高端载板产业项目。东阳市融媒体中心消息显示，该项目投资50亿元，科睿斯半导体有限公司董事长陆江表示，要将FCBGA (ABF) 高端载板产业项目打造成国内同行业顶级样板，填补国内该工艺领域空白。天眼查显示，科睿斯半导体科技(东阳)有限公司成立于2023年，经营范围包括集成电路设计；专业设计服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；半导体器件专用设备销售；集成电路芯片及产品销售等。

(来源:今日半导体)



狮门半导体：功率器件生产项目签约浙江温岭



4月27日，狮门半导体功率器件生产项目签约浙江台州温岭新城经济开发区。目前，该项目正在加快厂房改造和洁净车间建设。狮门半导体功率器件生产项目投资约4亿元，共投资10条生产线，包括工业模块7条生产线、新能源汽车模块 (EV-HPD、EV-DCM-1000) 3条生产线。项目预计7月完成厂房基础改造，11月完成洁净车间建设，12月设备安装调试，力争2024年春节前试产。该项目建成后将专注于半导体功率器件的生产研发，产品将应用于智能装备制造、新能源汽车等高新技术产业领域，并与温岭现有泵与电机、汽配、机床等优势产业结合，投产后预计未来5年累计业务收入超20亿元。值得一提的是，该项目企业方签约主体为上海狮门半导体有限公司。天眼查显示，今年2月21日，浙江狮门半导体有限公司注册成立，注册资本2亿元，系上海狮门半导体有限公司100%控股公司。

(来源:集微网)

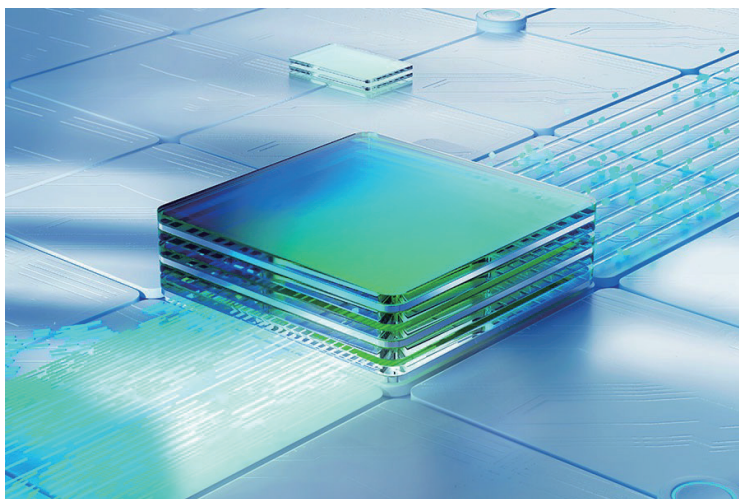
安测半导体：义乌工厂投产，建设芯片测试基地

4月26日，安测半导体义乌工厂投产仪式在浙江义乌市举行。义乌商报消息显示，安测半导体芯片测试项目由安测半导体技术(义乌)有限公司投资，分为两期建设，一期租用厂房约1.7万平方米，主要建设芯片测试基地，本次投产的即为项目一期一阶段；二期计划建设芯片测试及测试设备制造基地。安测半导体创始人、董事长兼CEO苏广峰先生表示，安测公司计划在2023年至2025年，每年将持续投入5亿-10亿元设备投资，持续扩大产能。

韦豪创芯消息显示，安测半导体义乌芯片测试项目，成立于2021年8月。自2022年第一季度开工建设以来，历经几个月的项目建设，完成了义乌芯片产业园办公室及无尘车间总计约25000平方米装修，同时也顺利完成了项目一阶段的设备安装和团队建设，于2023年3月完成全部生产工艺、产品测试的试生产及认证工作，实现正式投产。义乌生产基地建成后，安测半导体累计可以形成约1000台套标准测试产能规模，全部工厂达产后预计可形成年250万片晶圆测试，年100亿颗成品测试生产能力。

(来源：SEMI产业投资平台)

金氟微电子：总投资6000万元，高端半导体耗材项目投产



近日，嘉兴金氟微电子材料有限公司高端半导体耗材项目正式投产。项目签约后，经过一年不到的时间，就实现投产，预计达产后年产高端半导体将耗材20吨。嘉兴金氟微电子材料有限公司成立于2022年6月，位于浙江新仓镇平湖新材料领创园内，项目总投资6000万元，主要从事高端半导体耗材的研发生产。该项目生产工艺采用国外先进技术，产品适用于半导体、液晶前段制程，具有高洁净、良好耐热性的特点，能有效解决芯片生产中的“卡脖子”问题，为半导体加工提供稳定可靠的密封解决方案。天眼查显示，嘉兴金氟微电子材料有限公司是一家以从事化学原料和化学制品制造业为主的企业。其经营范围包括：合成材料制造(不含危险化学品)；橡胶制品制造；塑料制品制造；密封胶制造；新材料技术研发；高性能纤维及复合材料销售；高品质合成橡胶销售；合成材料销售；工程塑料及合成树脂销售；金属基复合材料和陶瓷基复合材料销售等。

(来源：集微网)

赛腾股份：拟25亿元投建湖州高端半导体等装备生产基地项目



4月18日，赛腾股份发布公告称，公司拟与浙江南浔经济开发区管理委员会签署《项目投资协议书》，拟在南浔经济开发区投资建设高端半导体、新能源及消费电子智能装备生产基地项目，项目预计总投资为人民币25亿元。公告显示，该项目实施主体为赛腾股份全资子公司赛腾精密电子（湖州）有限公司，项目内容包括半导体检测设备、消费电子组装检测设备、新能源组装检测设备等。赛腾股份表示，本次投资建设高端半导体、新能源及消费电子智能装备生产基地项目符合公司战略发展规划，将进一步完善公司产能布局，满足公司未来业务发展和市场拓展的需要，助力公司持续高质量发展需求。

（来源：SEMI产业投资平台）

2023杭州市独角兽（准独角兽）榜单发布

4月10日，第七届万物生长大会在杭州市国际博览中心隆重举行，这是杭州创新创业领域的年度盛事。会上，中国投资发展促进会创投专委会、杭州市创业投资协会联合微链共同发布2023杭州市独角兽（准独角兽）榜单和中国未来独角兽榜单。2023杭州市独角兽（准独角兽）榜单显示，杭州有42家独角兽企业和354家准独角兽企业上榜，而去年的数据分别是39家和317家，分别比去年增加3家和37家。

（来源：杭州日报）



杭州独角兽企业 354家

医疗健康

A large grid of logos representing 354 unicorn companies in the healthcare and medical technology sectors. The logos are arranged in a grid format, with some larger logos at the top and smaller ones below. The companies listed include various biotech firms, medical device manufacturers, and digital health startups.

人工智能

A grid of logos representing unicorn companies in the artificial intelligence sector. The logos are arranged in a grid format, showing a variety of AI startups and tech companies.

企业服务

A grid of logos representing unicorn companies in the enterprise services sector. The logos are arranged in a grid format, showing various B2B software and service providers.

先进制造

A grid of logos representing unicorn companies in the advanced manufacturing sector. The logos are arranged in a grid format, showing various industrial and manufacturing technology companies.

电子商务

A grid of logos representing unicorn companies in the e-commerce sector. The logos are arranged in a grid format, showing various online retail and digital marketing companies.

教育

A grid of logos representing unicorn companies in the education sector. The logos are arranged in a grid format, showing various edtech startups and educational technology providers.

汽车交通

A grid of logos representing unicorn companies in the automotive and transportation sector. The logos are arranged in a grid format, showing various mobility and automotive technology companies.

大数据

A grid of logos representing unicorn companies in the big data sector. The logos are arranged in a grid format, showing various data analytics and cloud computing companies.

本地生活

A grid of logos representing unicorn companies in the local life sector. The logos are arranged in a grid format, showing various lifestyle, food, and service companies.

文娱体育

A grid of logos representing unicorn companies in the entertainment and sports sector. The logos are arranged in a grid format, showing various media, gaming, and sports technology companies.

金融科技

A grid of logos representing unicorn companies in the financial technology sector. The logos are arranged in a grid format, showing various fintech startups and digital financial services providers.

100家中国芯片设计上市公司排名

这100家公司都是IC设计公司(包括Fabless和IDM,EDA和IP公司也算在内),但不包括晶圆代工厂商(Foundry)、封装测试厂商(OSAT),以及半导体设备及材料厂商。现按不同类别统计分析如下。总部所在地:上海25家、深圳17家、北京11家、苏州8家、杭州7家、无锡6家、珠海2家、长沙2家、南京2家、合肥2家、天津2家,其余几个城市各1家。技术类别(一家公司仅归入1个类别):AI芯片1家、EDA/IP有5家、IDM有6家、功率器件7家、MCU有9家、存储器有10家、处理器厂商11家、传感器厂商11家、电源管理11家、模拟芯片8家、通信网络16家、无线连接5家。2022财年营收:100家公司营收总额为2105亿元(估算),其中最高197亿,最低1.11亿,中位数为11亿;超过10亿元的有53家。2022财年净利润:100家公司利润总额为284亿元(估算),其中最高29亿,最低(-12)亿,中位数为1.3亿;超过1亿元的有59家。研发人员:100家公司研发人员合计41331人,其中最高1993人,最低44人,中位数为295人;研发人员超过500人的有32家。研发投入占比:100家公司研发投入占营收的比例平均为24%,其中最高366%,最低4%,中位数为16%;研发占比超过20%的有41家。累积专利(仅限发明专利)数量:100家公司累积发明专利合计为23218件,其中最高4364件,最低7件,中位数63件;累积专利数量超过200件的有21家。100家IC设计上市公司2022年基本信息,以及综合实力和增长潜力指数汇总如下。

概伦电子	刘志宏	上海	EDA/IP	93	233
广立微	郑勇军	杭州	EDA/IP	102	262
芯芯科技	郑苙	苏州	EDA/IP	108	222
华大九天	刘伟平	北京	EDA/IP	109	223
芯原股份	戴伟民	上海	EDA/IP	135	282
华润微	李虹	无锡	IDM	447	227
华微电子	于胜东	吉林	IDM	132	188
立昂微	王敏文	杭州	IDM	214	216
士兰微	陈向东	杭州	IDM	340	313
燕东微	谢小明	北京	IDM	168	237
扬杰科技	梁勤	扬州	IDM	291	225
晟矽微电	陆健	上海	MCU	92	180
东芯载波	崔健/潘松	青岛	MCU	112	191
峰昭科技	毕磊	深圳	MCU	108	192
复旦微电	蒋国兴	上海	MCU	228	251
国民技术	孙迎彤	深圳	MCU	123	310
炬泉科技	郑文昌	上海	MCU	128	233
中电华大	董浩然	北京	MCU	155	256
中微半导	周彦	深圳	MCU	103	201
中颖电子	傅启明/宋永皓	上海	MCU	150	200
佰维存储	孙成思	深圳	Memory	171	206
北京君正	刘强	北京	Memory	268	271
德明利	李虎	深圳	Memory	153	185
东芯股份	蒋学明	上海	Memory	164	245
恒烁股份	XIANGDONG LU	合肥	Memory	117	199
江波龙	蔡华波	深圳	Memory	257	177
聚辰股份	陈作涛	上海	Memory	177	269
澜起科技	杨崇和	上海	Memory	268	223
普冉股份	王楠	上海	Memory	132	187
兆易创新	何卫	北京	Memory	433	219

必易微	谢朋村	深圳	PMIC	102	185
富满电子	刘景伟	深圳	PMIC	86	159
杰华特	周逊伟	杭州	PMIC	132	221
鼎丰明源	胡黎强	上海	PMIC	96	194
力芯微	袁敏民	无锡	PMIC	120	193
明微电子	王永康	深圳	PMIC	107	183
赛微微电	蒋燕波	东莞	PMIC	101	176
上海贝岭	秦毅	上海	PMIC	168	185
天德钰	郭英麟	深圳	PMIC	131	210
希荻微	陶海	佛山	PMIC	106	179
英集芯	黄洪伟	深圳	PMIC	124	211
东微半导	龚轶	苏州	Power	235	261
宏微科技	赵善麒	常州	Power	133	240
捷捷微电	黄善兵	启东	Power	153	189
斯达半导	沈华	嘉兴	Power	258	245
芯导科技	欧新华	上海	Power	119	171
芯朋微	张立新	无锡	Power	112	189
新洁能	朱袁正	无锡	Power	245	211
安路科技	马玉川	上海	Processor	116	207
富瀚微	杨小奇	上海	Processor	175	244
国科微	向平	长沙	Processor	195	268
海光信息	孟宪棠	天津	Processor	235	253
晨星股份	John Zhong	上海	Processor	233	235
景嘉微	曾万辉	长沙	Processor	113	184
龙芯中科	胡伟武	北京	Processor	100	178
龙迅股份	陈峰	合肥	Processor	98	201
全志科技	张建辉	珠海	Processor	129	178
瑞芯微	励民	福州	Processor	140	179
紫光国微	马道杰	北京	Processor	421	229
奥比中光	黄源浩	深圳	Sensor	67	242
灿瑞科技	罗立权	上海	Sensor	122	197
格科微	赵立新	上海	Sensor	248	170
汇顶科技	张帆	深圳	Sensor	85	182
敏芯股份	李刚	苏州	Sensor	87	80
睿创微纳	马宏	烟台	Sensor	153	213
思特威	徐辰	上海	Sensor	138	177
四方光电	熊友辉	武汉	Sensor	112	200
韦尔股份	虞仁荣	上海	Sensor	413	216
源杰科技	ZHANG XINGANG	西安	Sensor	111	191
长光华芯	闵大勇	苏州	Sensor	110	187
博通集成	Pengfei Zhang	上海	Wireless	84	97
恒玄科技	LIANG ZHANG	上海	Wireless	128	180
炬芯科技	ZHOU ZHENYU	珠海	Wireless	98	176
乐鑫科技	张瑞安	上海	Wireless	119	180
中科蓝讯	黄志强	深圳	Wireless	150	184

汇编和制作: AspenCore

中国芯片：进口下滑23%，出口下滑13.5%

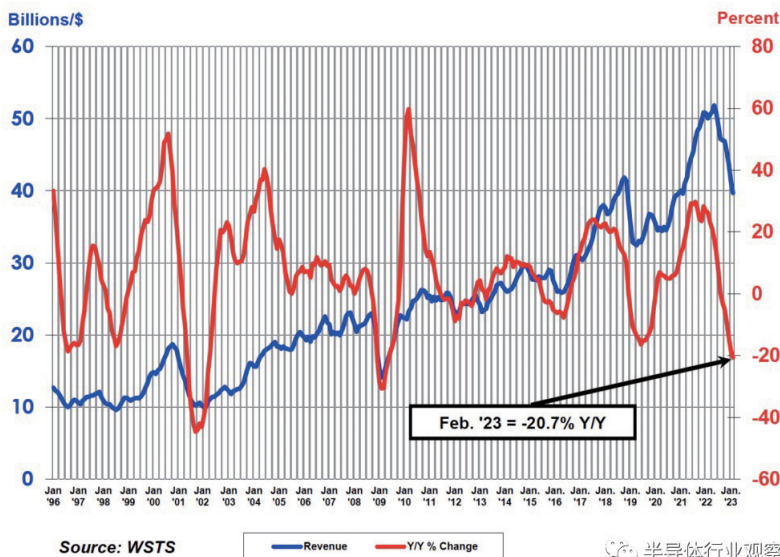
在全球经济放缓以及拜登政府加大力度限制向中国出口先进半导体技术的情况下，中国的芯片进口在2023年前三个月下降了23%，与去年形成鲜明对比。海关总署周四公布的数据显示，1月至3月，中国进口集成电路(IC) 1082亿件，同比下降22.9%。海关数据显示，芯片进口总值从去年的1071亿美元下降26.7%至785亿美元。进口额下降幅度较大，反映出今年芯片价格在供应过剩和全球经济放缓的情况下出现下跌。2022年前三个月，中国芯片进口总量同比下降9.6%至1403亿颗IC，而在一年前价格上涨的情况下，总价值增长了14.6%。2023年前三个月，中国集成电路出口同比下降13.5%至609亿片，而一年前下降4.6%。出口总值下跌17.6%。最新的贸易数据反映了地缘政治紧张局势和美国对中国制裁的增加如何影响中国与世界各地之间的半导体交易。自去年底以来，美国以国家安全为由，不断加大措施限制中国获得和生产先进芯片和芯片制造设备的能力。去年10月，美国商务部下属机构工业与安全局更新了出口管制，目标是中国开发和维持超级计算机的先进半导体的能力。今年1月，有报道称美国已与日本和荷兰达成联合协议，就某些芯片制造设备对中国的出口管制进行协调。与此同时，美国提议的Chip4联盟——包括韩国、日本和中国台湾——正在形成。不过，3月份进出口数据较前两个月略有回升，前两个月进出口额同比分别下降26.5%和20.9%。这反映出在北京去年12月放宽严格的零新冠病毒政策后，中国制造业活动出现了更广泛的复苏趋势。3月份官方制造业采购经理人指数(PMI)录得高于预期的51.9，而去年11月为48，分析师表示，世界第二大经济体在重新开放后“有望”复苏。

中国半导体销售，同比下跌34.2%

半导体行业协会(SIA)今天宣布，2023年2月全球半导体行业销售额总计397亿美元，与2023年1月的413亿美元相比下降4.0%，比2022年1月的500亿美元总销售额下降20.7%。SIA总裁兼首席执行官John Neuffer表示：“2月份全球半导体销售额继续放缓，连续第六个月同比和环比下降。”“短期市场周期性和宏观经济逆风导致销售降温，但由于一系列终端市场的需求不断增长，市场的中长期前景依然光明。”从地区来看，日本2月份的同比销售额略有增长(1.2%)，但欧洲(-0.9%)、美洲(-14.8%)、亚太地区/所有其他(-22.1%)和中国有所下降(-34.2%)。所有地区的月度销售额均下降：欧洲(-0.3%)、日本(-0.3%)、亚太地区/所有其他(-3.6%)、美洲(-5.3%)和中国(-5.9%)。

Worldwide Semiconductor Revenues

Year-to-Year Percent Change



February 2023			
Billions			
Month-to-Month Sales			
Market	Last Month	Current Month	% Change
Americas	10.51	9.95	-5.3%
Europe	4.48	4.47	-0.3%
Japan	3.92	3.90	-0.3%
China	11.66	10.97	-5.9%
Asia Pacific/All Other	10.77	10.39	-3.6%
Total	41.33	39.68	-4.0%
Year-to-Year Sales			
Market	Last Year	Current Month	% Change
Americas	11.68	9.95	-14.8%
Europe	4.51	4.47	-0.9%
Japan	3.86	3.90	1.2%
China	16.67	10.97	-34.2%
Asia Pacific/All Other	13.32	10.39	-22.1%
Total	50.04	39.68	-20.7%
Three-Month-Moving Average Sales			
Market	Nov/Dec/Jan	Dec/Jan/Feb	% Change
Americas	10.51	9.95	-5.3%
Europe	4.48	4.47	-0.3%
Japan	3.92	3.90	-0.3%
China	11.66	10.97	-5.9%
Asia Pacific/All Other	10.77	10.39	-3.6%
Total	41.33	39.68	-4.0%

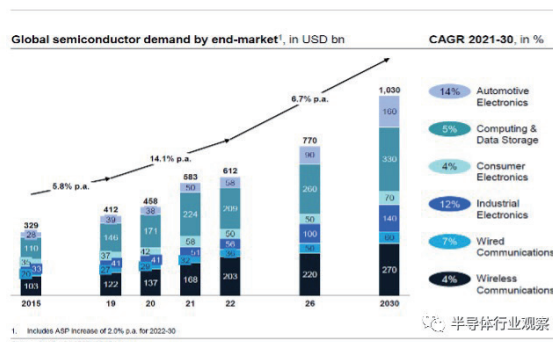
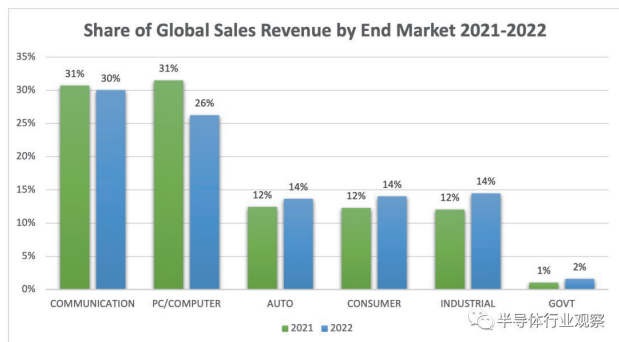
《南华早报》(SouthChinaMorningPost)援引中国海关的数据称,中国芯片进口量在2023年头两个月同比下降26.5%。1月和2月的芯片出口量也同比下降20.9%。这比去年全年的降幅还要大。据《南华早报》报道,去年中国的芯片进口下降15.3%,出口下降12%。2022年是中国自2004年以来首次出现芯片进口下降的情况。

2022年全球半导体销售额仍增长3.3%

根据半导体行业协会(SIA)的报告,尽管下半年的销售急速放缓,但2022年全球半导体行业销售额总计5741亿美元,创历史新高,与2021年的5559亿美元相比增长3.3%。第四季度销售额为1308亿美元,比2021年第四季度下降14.3%,比2022年第三季度下降7.2%。2022年12月全球销售额为436亿美元,2022年11月总数相比下降4.3%。SIA总裁兼首席执行官JohnNeuffer表示:“全球半导体市场在2022年经历了显著的起伏,年初的销售额创下历史新高,随后在今年晚些时候出现周期性低迷。”“尽管市场周期性和宏观经济条件导致销售额出现短期波动,但半导体市场的长期前景仍然非常强劲,因为芯片在让世界变得更智能、更高效、连接更紧密方面发挥着越来越大的作用”。从地区来看,2022年美洲市场的销售额增幅最大(16.2%)。中国仍然是最大的半导体单个市场,2022年销售额总计1804亿美元,比2021年下降6.2%。2022年,欧洲(12.8%)和日本(10.2%)的年销售额也有所增加。与2022年11月相比,2022年12月的销售额在所有地区均有所下降:欧洲(-0.6%)、日本(-0.5%)、亚太地区/所有其他(-3.4%)、中国(-5.7%)和美洲(-6.3%)。几个半导体产品细分市场在2022年脱颖而出。模拟是一种常用于汽车、消费品和计算机的半导体,年增长率最高,达到7.5%,2022年销售额达到890亿美元。逻辑(2022年销售额为1766亿美元)和存储器(1300亿美元)是销售额最大的半导体类别。汽车IC的销售额同比增长29.2%,达到创纪录的341亿美元。

汽车、工业和消费市场表现出色

最新发布的2022年半导体销售数据按广泛的产品类别(称为“最终用途”)显示,哪些类型的产品在2022年的销售增幅最大。从历史上看,PC/计算机和通信终端市场约占总销售额的三分之二,汽车、工业和消费电子等行业占其余部分。但根据世界半导体贸易统计(WSTS)组织的2022年半导体最终用途调查,2022年终端市场的销售额发生了显著变化。虽然PC/计算机和通信终端市场在2022年仍占半导体销售额的最大份额,但领先优势有所缩小。与此同时,汽车和工业应用实现了全年最大的增长。下表显示了市场份额的变化。



根据麦肯锡的分析(见下表),到2030年,汽车和工业部门将分别占芯片销售额平均增长的14%和12%,从而推动这十年的需求增长,这说明了这些行业对芯片的需求不断增长。尽管当前全球半导体市场出现短期低迷,但长期来看芯片需求有望呈现强劲增长态势。

(来源:封测分会)

首个界定独角兽类、瞪羚类国家标准已实施

党的二十大报告强调要强化企业科技创新主体地位，发挥科技型骨干企业的引领支撑作用。近年，独角兽、瞪羚等高成长企业作为科技型骨干企业的生力军，在开辟发展新领域新赛道，塑造发展新动能新优势等方面发挥了重要作用。目前，全国已有十余个省市、八十多个高新区开展了高成长企业培育。但作为“舶来”概念的瞪羚、独角兽等，长期以来存在不同的诠释，一定程度上给高成长企业研究带来诸多不便。

为进一步支撑瞪羚、独角兽等高成长企业研究，促进高成长企业的发展，长城战略咨询联合中国标准化研究院等机构起草了《高成长企业分类导引》(GB/T 41464-2022)，并于2022年4月15日经国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会正式发布，2022年11月1日正式实施，可在“国家标准全文公开系统”网站查询全文。《高成长企业分类导引》(后简称《导引》)国家标准的分类涵盖独角兽类、瞪羚类及其他高成长企业，其中独角兽类企业包括独角兽、超级独角兽、潜在独角兽、种子独角兽，瞪羚类企业包括瞪羚、潜在瞪羚。

在标准制定的参数方面，《导引》对于独角兽类企业，结合其爆发式成长、颠覆式创新等企业特点，从成立时间、估值等维度设立标准。瞪羚类企业结合其成长速度快、创新能力强、发展领域新等企业特点，从营收复合增速、研发投入强度等维度设立标准。

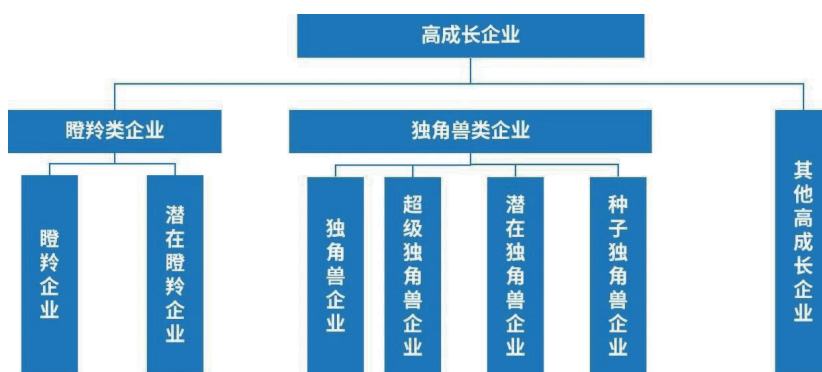


图1 高成长企业分类

《导引》针对目前社会各界关注度高的独角兽企业标准也作出明确的界定：

类别及指标	成立时间	最近一轮融资的投后估值	累计融资金额	其他	
独角兽企业	≤10年	≥10亿美元	≥5000万美元	获得过专业投资机构的私募投资，且尚未上市	
超级独角兽企业	≤10年	≥100亿美元	≥5亿美元		
潜在独角兽企业	≤9年	<5年	≥1亿美元		≥500万美元
		5年≤9年	≥5亿美元		≥2500万美元
种子独角兽企业	≤5年	≥1亿元人民币	≥500万元人民币		

该标准的实施，将进一步促进瞪羚、独角兽企业等高成长企业研究的有效开展，为高成长企业的培育提供依据和参考。

附：《高成长企业分类导引》(GB/T 41464-2022)



(扫一扫，查看标准全文)

(来源：长城战略咨询)



图2 《高成长企业分类导引》文件

全国集成电路标准化技术委员会成立大会在京召开



4月6日，全国集成电路标准化技术委员会成立大会暨一届一次全体委员会议在京召开。工业和信息化部党组成员、副部长王江平出席会议并致辞。会议指出，集成电路作为现代信息社会的基石，对加快工业转型升级、提升核心竞争力具有重要战略意义。开展集成电路标准化工作是贯彻落实国家标准化发展战略的重要举措，对推动集成电路产业高质量发展具有重要作用。强化集成电路先进技术和标准融合，以高标准助力高技术创新，有助于持续优化完善产业结构，引导产业生态健康发展。会议强调，集成电路标委会要全面实施《国家标准化发展纲要》，加强组织建设，建立完善工作制度。加快建设与时俱进的集成电路标准体系，增强产业链上、中、下游的有效沟通，支持企业深度参与全球产业分工协作和国际标准制定，推动标准的实施应用。聚焦集成电路产业发展紧迫需求，加强统筹谋划，强化国内外标准协同发展，打造覆盖全产业链的标准化体系。广泛动员产业链各环节参与标准化工作，加快集成电路核心关键领域标准制定，筑牢产业发展基础。会议宣布了标委会委员名单，审议通过了集成电路标委会章程，讨论了集成电路标准体系和年度工作计划。工业和信息化部 and 市场监管总局有关司局负责同志，全国集成电路标委会委员、专家咨询委委员代表70余人参加会议。

(来源：工信部电子司)

中国科学院大学宁波材料工程学院正式全面启用

4月22日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所举办2023教育、科技、人才一体化发展研讨会暨中国科学院大学宁波材料工程学院（以下简称“国科大宁波材料工程学院”）启用活动，这标志着国科大宁波材料工程学院正式全面启用。来自中科院、国科大、宁波市、中科院上海分院、兄弟院所、合作高校、合作企事业单位的相关领导，以及10余位院士专家出席活动，活动由中科院宁波材料所党委书记李润伟主持。

国科大宁波材料工程学院正式全面启用

浙江省委常委、宁波市委书记彭佳学作书面致辞，他代表市委、市人大、市政府、市政协，向国科大宁波材料工程学院启用表示祝贺，向中科院、国科大长期以来对宁波现代化建设的关心支持表示感谢。他指出，当前，宁波正牢记习近平总书记殷切嘱托，全面贯彻党的二十大精神，以建设世界一流的甬江科创区为龙头，加快集聚强校强院强所强企，聚力打造三大科创高地和全球智造创新之都。高水平建设国科大宁波材料



工程学院，必将进一步拓展顶尖学府与智造之城双向成就的新通道。希望中科院和国科大一如既往地关心支持宁波，更好结合双方创新优势和产业优势，促进科教产教深度融合，推动教育科技人才一体化发展。希望国科大宁波材料工程学院认真落实立德树人根本任务，加强高水平人才培养、高标准学科布局、高质量科技供给，努力打造国际一流的创新学院。宁波各级各部门将牢固树立“学院事就是自己事”的理念，以更大诚意、更优服务、更实举措为学院建设发展提供有力保障，推动学院成为宁波科教和人才事业发展的一面旗帜。

在启用活动现场，中科院宁波材料所副所长（主持工作）王立平首先致欢迎辞，他表示，19年来，宁波材料所始终坚持“料要成材、材要成器、器要好用”的定位，用一项项重大成果，服务国家重大战略需求和区域经济发展，为高水平科技自立自强贡献了应有的力量。他回顾了国科大宁波材料工程学院的建设历程，在历任所领导的不懈努力和中科院、国科大、浙江省、宁波市、镇海区相关部门和领导的大力支持下，学院于2022年7月竣工，并在今天迎来了正式全面启用，未来学院将继续踔厉奋发，勇毅前行，通过设立前沿交叉科学研究中心，培育具有国际视野的科学家，通过设立卓越工程师研究生培养中心，培养国家和地方发展急需的高层次工程技术人才，书写“培根铸魂育新人”的新篇章。

宁波市委副书记、政法委书记钟关华表示，国科大宁波材料工程学院的成立，高度契合中科院和宁波市的发展布局和未来战略，希望院地携手构筑招才引智强磁场，做强产业升级大引擎，打造创新创造孵化地，共同书写名校名城战略合作新篇章。

中国科学院大学党委书记、校长李树深表示，国科大始终坚持科教融合，把中科院的科技创新优势转化为人才培养优势，国科大宁波材料工程学院是国科大首批启动建设的京外科教融合学院，结合宁波市经济社会发展的强劲需求，充分利用研究所的强大科教资源优势，培养了一批优秀的创新创业人才，取得了一批重要的科技创新成果。未来，希望学院坚持并继续深化国科大科教融合的办学模式，紧密结合地方经济社会发展需求，努力开启一体推进教育、科技、人才建设发展的新里程；希望老师们要始终心怀“国之大者”，坚定落实“立德树人”根本任务；也希望浙江省、宁波市能一如既往地关心、支持国科大宁波材料工程学院，进一步助力中科院宁波材料所高质量发展。

揭牌仪式

活动现场，中国科学院大学副校长徐中平，中科院上海分院院长、分党组书记、沪区党委副书记胡金波为宁波新材料卓越工程师研究生培养中心揭牌。宁波新材料卓越工程师研究生培养中心由宁波市教育局和国科大宁波材料工程学院共建，致力于打造“国际特色、国内一流”的新材料产业创新创业人才培养示范中心，为宁波建设创新型城市提供稳定持续的高水平应用型人才支撑。



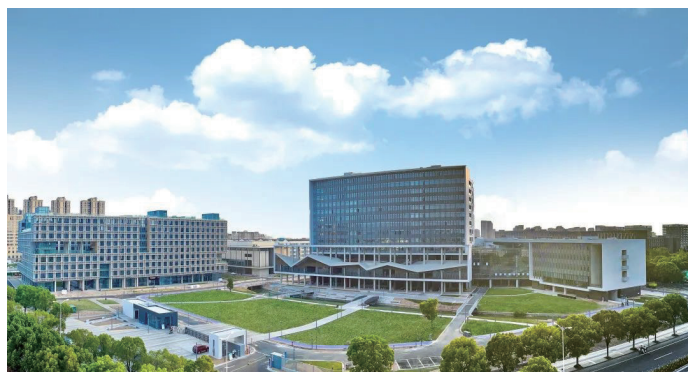
▲ 宁波新材料卓越工程师研究生培养中心



▲ 中科院宁波材料所前沿交叉科学研究中心

中国工程院院士、中科院宁波材料所科技委主任薛群基，中科院前沿科学与教育局局长苏刚为中科院宁波材料所前沿交叉科学研究中心揭牌。中科院宁波材料所前沿交叉科学研究中心以国家战略需求和国际前沿科学问题为牵引，以学科交叉为特征，是中科院宁波材料所开展前瞻性、引领性基础研究的科技创新基地。

学院介绍



国科大宁波材料工程学院于2018年2月由国科大与宁波市人民政府签约合作共建，2019年1月开工建设，建设用地约94亩，总建筑面积约10.2万平方米，是国科大直属二级学院，为国科大首个京外科教融合学院，由中科院宁波材料所牵头承办。学院以“科教融合、所院合一”为办学模式，以“小规模、有特色、国际化”为办学理念，以“科教产融合，多学科交叉、多元化培养”为办学方向，主要涵盖以材料科学与工程、化学、机械工程、生物医学工程为主体的相关学科专业，以硕士和博士研究生培养为主，力争建设成为国际一流的高水平学院。目前在校研究生2200余人，导师近400人，预计2025年在校研究生规模将达到3000人，每年将输送800名至1000名硕士以上学历的材料领域研究生。未来，学院将进一步强化科教融合、产教融合，打造专业学位研究生培养特色，营造特色校园文化，为国家培养高层次人才，为实现高水平科技自立自强贡献力量。

(来源：中科院宁波材料所)

首场“中国视谷”产业生态大会在杭举行



4月22日，“有界无域 洞视未来”中国视谷产业生态大会暨首届“中国视谷杯”创新创业挑战大赛启动仪式在杭州隆重举行。工业和信息化部人才交流中心党委书记、主任李学林，杭州市委副书记、市长姚高员，杭州市委常委、萧山区委书记王敏，杭州市副市长孙旭东，浙江省经济和信息化厅党组成员、副厅长詹佳祥，杭州市政府秘书长高国飞，杭州高新区（滨江）党委书记章登峰，杭州市萧山区委副书记、区长姜永柱，中国工程院院士吴剑旗，欧洲科学院外籍院士、俄罗斯自然科学院外籍院士焦李成等出席大会。一同参加会议的还有杭州市、萧山区、高新区（滨江）相关政府部门负责人，省内外视觉智能产业链有关企业负责人、有关科研院所和金融机构代表，视觉领域青年博士等约250人。“中国视谷”作为以视觉智能产业为核心，以数据共享和场景开放为关键，以多级联动为路径的国家经济地理新地标，整体建设已被纳入工信部与浙江省的新一轮部省合作协议。在部省合力部署下，杭州今年以来围绕“三地一枢纽”和高水平重塑全国数字经济第一城发展定位，全力推进“中国视谷”建设，奋力实现数字经济的二次攀升。



会上，杭州市委副书记、杭州市人民政府市长姚高员表示，杭州开启“中国视谷”建设新篇章是顺天时、应地利、通人和之举。高质量发展视觉智能、高水平建设“中国视谷”支撑点在平台，要围绕视觉智能产业培育系统搭建各类平台；着力点在产业，要围绕基础层、技术层、应用层布局视觉智能七大赛道；关键点在生态，要推进五链合一，打造一流营商环境。期待各界倾力合建“中国视谷”，为数字经济“往高攀升、向新进军、以融提效”注入新动力。工业和信息化部人才交流中心党委书记、主任李学林指出，工信部和省政府将在产业名片打造、重大平台建设、产业资源导入等方面深化“部省共建”机制，加快构建智能物联万亿产业生态圈，打响具有全国影响力的“中国视谷”品牌、视觉智能产业IP，打造杭州现代化产业体系标杆、城市智能物联产业新名片、国家经济地理新地标。本次大会在加强“中国视谷”区域联动、产业联合、生态建设等方面亮点纷呈，成效显著。焦李成院士作为智能感知与计算领域专家发表主题演讲。他表示，“中国视谷”建设任重道远，源头创新要回到本质性问题，需学术界与产业界不断协力突破视觉智能的基础技术和场景应用的“天

“花板”。透过合作窗口，洞见无限视界。推进学术和产业的双向结合，产业上下游的多方协作，关键在于“中国视谷”窗口园区的集聚度和承载力。



会议重磅举行了“中国视谷杯”创新创业挑战大赛启动仪式。工信部人才交流中心党委书记、主任李学林，杭州市委常委、萧山区委书记王敏，副市长孙旭东，浙江省经信厅党组成员、副厅长詹佳祥，高新区（滨江）党委书记章登峰，市委组织部副部长、人才办常务副主任陈键，市经信局党组书记、局长冯伟等共同启动。据介绍，该大赛将以“中国视谷”产业集群化发展的实际需求为导向，聚焦工业视觉、医学影像、自动驾驶、智能生活等四大领域，面向全球广泛吸纳视觉领域顶尖创业项目及精英人才团队，更好地发挥人才在产业发展中的关键性、引领性和主导性作用，为“中国视谷”注入创新策源发展活力。值得一提的是，由杭实集团、萧山区、滨江区共同出资组建的总规模30亿元“中国视谷”产业投资基金正式启动，落户杭州高新区（滨江）萧山特别合作园。杭实集团党委副书记、副董事长、总经理钮健介绍，产业投资基金将充分发挥资本撬动、投资引导和资源集聚作用，为“中国视谷”实体化建设点燃“资本推进器”。此外，会议举行了“中国视谷”产业生态联盟项目签约，发布了“中国视谷”Logo。大会前一天还举行了百名视觉青年博士交流大会，组织高层次人才参访“中国视谷”窗口园区。

作为首场“中国视谷”产业生态盛会，大会汇聚政产学研金多方代表，深化部省市四级联动，凝聚萧山、滨江两区协作合力，通过智力支撑、赛事聚才、资本促产、联盟成势、品牌筑梦等多种方式，在“高”上聚心，在“大”上聚力，在“优”上聚劲，助力杭州全面发力构建热带雨林式产业创新生态，开启乘“数”而上谋新篇，向“视”而行闯新路。本次活动由工业和信息化部人才交流中心、浙江省经济和信息化厅、杭州市人民政府指导，杭州市经济和信息化局，萧山区人民政府，杭州高新开发区（滨江）管委会、政府主办，萧山区委人才办、区经信局、区科技局、区人社局、区投促局，钱江世纪城管委会、湘湖管委会等承办。

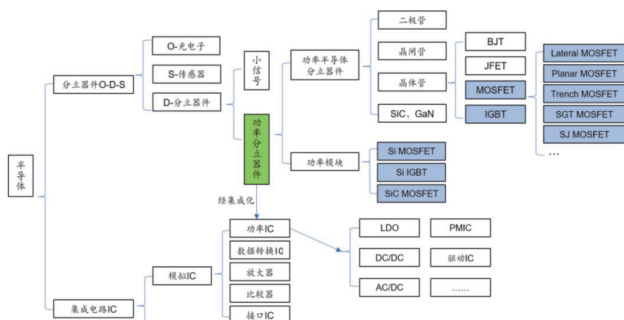
（来源：滨江发布）

功率半导体的机遇

功率半导体概况

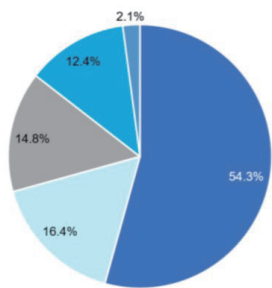
功率半导体介绍及分类

功率半导体，又称电力电子器件或功率电子器件，是电子产业链中最核心的一类器件之一。能够实现电能转换和电路控制，在电路中主要起着功率转换、功率放大、功率开关、线路保护、逆变（直流转交流）和整流（交流转直流）等作用。功率半导体包括功率半导体分立器件（含模块）以及功率IC等。其中，功率半导体分立器件，按照器件结构划分，可分为二极管、晶闸管和晶体管等。据中商产业研究院数据，功率半导体分立器件中，以MOSFET和IGBT为代表的晶体管占比最大，约28.8%。



图表1：半导体分类

数据来源：功率半导体器件标准化白皮书，华福证券研究所

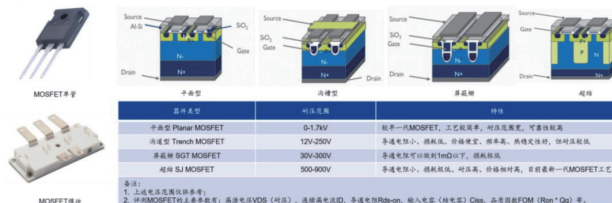


图表2：各功率半导体市场份额占比

数据来源：中商产业研究院，华福证券研究所

从目前市场需求来看，硅基MOSFET、硅基IGBT以及碳化硅为目前功率半导体分立器件的主力产品。本文也将重点围绕硅基MOSFET、IGBT和碳化硅等功率分立器件（含模块）展开分析和研究。MOSFET，具有输入阻抗高、噪声低、热稳定性好、制造工艺简单和辐射强等优点，通常被用于放大电路或开关电路。

MOSFET按照不同的工艺可分为平面型PlanarMOSFET、沟槽型TrenchMOSFET、屏蔽栅SGTMOSFET和超级结SJ MOSFET。按照导电沟道可分为N沟道和P沟道，即N-MOSFET和P-MOSFET。按照栅极电压幅值可分为耗尽型和增强型。随着MOSFET技术和工艺不断成熟，成本将不断下调。中高端产品也将逐渐向中低端产品下沉。比如TrenchMOSFET将从中端下沉至中低端，替代部分平面MOSFET的低端市场。SGTMOSFET将部分替代TrenchMOSFET的低压应用市场，从中高端下沉至中端。SGTMOSFET、SJ MOSFET和碳化硅MOSFET或是MOSFET未来三大主力产品。自上世纪70年代MOSFET诞生以来，从平面MOSFET发展到TrenchMOSFET，再到SGTMOSFET和SJ MOSFET，再到当下火热的第三代宽禁带MOSFET（碳化硅、氮化镓），功率MOSFET的技术迭代方向主要围绕制程、设计（结构上变化）、工艺优化以及材料变更，以实现器件的高性能——高频率、高功率和低损耗等。



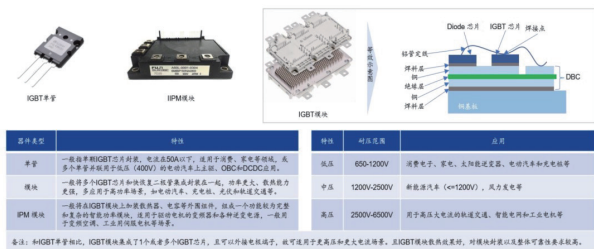
器件类型	电压范围	特点
平面型 Planar MOSFET	0-17kV	最早一代MOSFET，工艺最简单，耐压范围宽，可靠性高
沟槽型 Trench MOSFET	12V-250V	导通电阻小，损耗低，体积小，效率高，热稳定性好，但耐压低
屏蔽栅 SGT MOSFET	30V-300V	导通电阻可以降到R _{DS(on)} 以下，损耗低
超结 SJ MOSFET	500-800V	导通电阻小，损耗低，耐压高，体积小，目前最新一代MOSFET工艺

图表3：MOSFET实物及不同类型MOSFET结构和性能比较

数据来源：Yole，公开信息整理，华福证券研究所

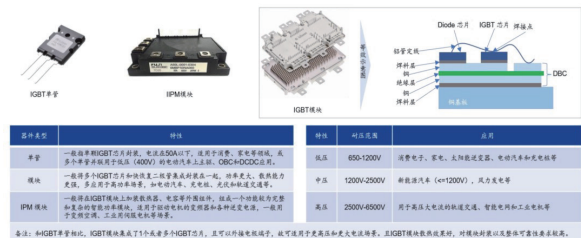
IGBT俗称电力电子装置的“CPU”，是能源变换与传输的核心器件，由BJT和MOSFET组合而成，是一种全控型、电压驱动的功率半导体器件。IGBT没有放大电压的功能，导通时可以做导线，断开时当做开路。IGBT同时具有BJT和MOSFET的优点，即高输入阻抗、低导通压降、驱动功率小而饱和压降低等，IGBT与BJT或MOS管相比，其优势是它提供了一个比标准双极型晶体管更大的功率增益，以及更高的工作电压和更

低的MOS管输入损耗。因此广泛应用于直流电压为600V及以上的变流系统如交流电机、变频器、开关电源、照明电路和牵引传动等场景。IGBT相比MOSFET,可在更高电压下持续工作,同时需要兼顾高功率密度、低损耗、高可靠性、散热好、低成本等因素。一颗高性能、高可靠性与低成本的IGBT芯片,不仅仅需要在设计端不断优化器件结构,对晶圆制造和封装也提高了更高的要求。



图表4: IGBT实物及IGBT单管、模块和IPM性能比较

数据来源: 英飞凌, 公开信息整理, 华福证券研究所



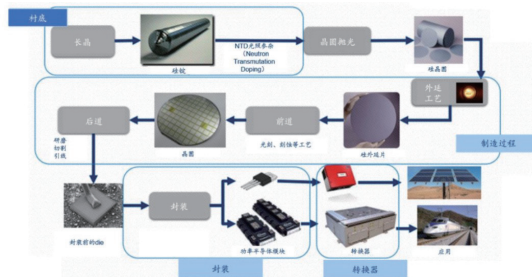
图表5: IGBT晶圆制造过程

数据来源: Yole, 华福证券研究所

中国功率半导体发展现状

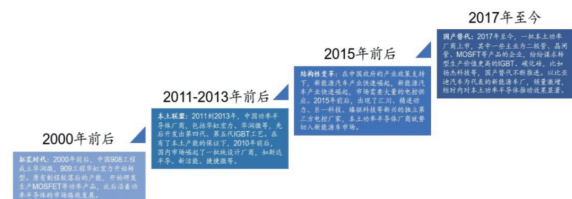
产品由低端逐步走向中高端,国产替代空间广阔。我国功率半导体产业仍处于起步阶段,总体呈现产业链完整、厂家多、发展迅速等特点。截止2022年4月,中国功率半导体相关企业已超320家。主要分布在广东(130家)和江苏(56家)等东南沿海地区。国产功率半导体已在众多领域应用,特别是低端产品,如二极管、三极管、晶闸管、低压MOSFET(非车规)等,已初现“规模化效应、国产化率相对较高”等特点。在中高端领域,如SJ MOSFET、IGBT、碳化硅等,特别是车规产品,由于起步晚、工艺相对复杂以及缺乏车规验证机会等问题,国内厂家依然在追随海外厂家技术发展路线。但近年来,市场逐渐从依赖进口向

国内自给自足转变,国产替代潜力大。芯片进口金额持续处于高位,功率半导体市场空间足够大。据中国海关总署数据,2021年,中国进口集成电路6354.8亿个,同比增长16.92%。全年进口金额累计为4325.54亿美元,同比增涨23.59%。中国为功率半导体消费大国,2021年中国功率半导体市场规模约为183亿美元,同比增长6.4%,预计2022年将进一步增长至191亿美元。



图表6: 中国功率半导体发展路径

数据来源: 前瞻产业研究院, 华福证券研究所

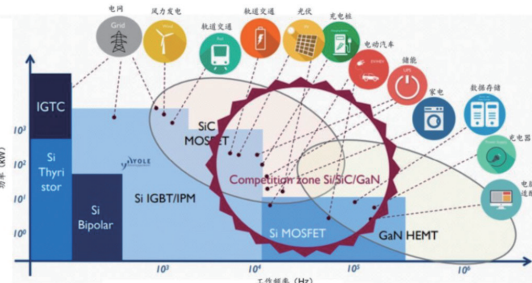


图表7: 2017-2022E年中国功率半导体市场规模(亿美元)及增速预测

数据来源: Omdia, 中商产业研究院, 华福证券研究所

功率半导体前景广阔

功率半导体应用前景广阔,几乎涵盖了所有电子产业链。以MOSFET、IGBT以及SiCMOS-FET为代表的功率器件需求旺盛。根据性能不同,广泛应用于汽车、充电桩、光伏发电、风力发电、消费电子、轨道交通、工业电机、储能、航空航天和军工等众多领域。



图表8: 功率半导体的不同应用

数据来源: Yole, 华福证券研究所

据Yole数据预测,至2025年,全球功率半导体分立器件和模块的市场规模将分别达到76亿美元和113亿美元。据中国产业信息网数据,2023年中国大陆地区IGBT市场规模预计达到290.8亿元,同比增长11.6%。据中国半导体器件行业现状深度分析与未来投资预测报告数据,2023年中国大陆地区MOSFET市场规模将达到396.2亿元(56.6亿美元,人民币兑美元汇率按照7计算),同比增长4.8%。

市场规模单位: 人民币元	2020	2021	2022E	2023E
中国IGBT市场	197.7	224.6	257.1	290.8
IGBT 同比增长		20%	12.6%	11.6%
中国MOSFET市场	236.6	326.2	378	396.2
MOSFET 同比增长		27.5%	13.7%	4.8%

图表9: 中国市场IGBT和MOSFET市场规模预测(亿元, 2020-2023E)

数据来源: 思瀚产业研究院, 中国产业信息网, 华福证券研究所

以MOSFET为例,据Yole预测,到2026年,全球MOSFET(包括分立器件和模块)市场总规模预计将达到94.8亿美元,复合增长率达3.8%(2020年至2026年)。MOSFET汽车应用(电动汽车和汽车充电桩)占比居首位,高达33%,其中电动汽车和充电桩分别占比25%和8%。从耐压范围看,到2026年,低压MOSFET(0-40V)占总需求的39%,中压(41V-400V)占26%,高压(大于等于600V)广泛应用在220V系统中,占总需求的35%。同时,SiCMOSFET和GaN MOSFET市场渗透率在逐步提高。

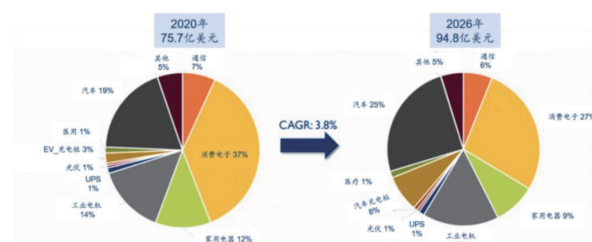


图10: 2020年和2026年全球MOSFET在各应用领域需求占比及增长预测

数据来源: Yole, 华福证券研究所

2020年以来,电动汽车、汽车充电桩和光伏逆变器可谓拉动功率半导体增长的三驾马车。电动汽车:电动汽车进一步渗透终端消费市场,带

动功率器件和模块需求快速增长。特别是MOSFET和IGBT(包括单管及模组)的增长较为显著。据贝壳投研数据,2021年中国车规级IGBT市场规模为47.8亿元,预计到2025年,其将达到151.6亿元。据芯谋研究数据,2021年和2025年中国车规MOSFET的市场规模分别为73.5亿元(10.5亿美元,汇率按7计算)和122.5亿元(预测数据,17.5亿美元,汇率按7计算)。充电桩:受益于新能源汽车快速增长,与之配套的充电桩市场亦呈现快速发展态势。据亿渡数据预测,至2026年,中国充电设施市场规模将达2870.2亿元,2022年到2026年复合增长率高达37.83%。从直流充电桩相关零部件分解可以看出,充电机是充电桩的最核心部件,成本占充电桩的50%以上,而功率半导体是充电机的最核心组成部分,成本占充电机的一半以上。光伏:据中国光伏行业协会数据,至2025年,中国新增光伏装机保守预测为90GW,同比增长10%。据未来智库数据预测,2025年中国光伏逆变器市场规模达196亿元。

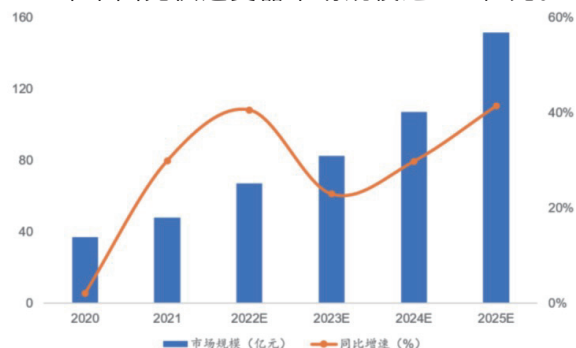


图11: 中国车规级IGBT市场规模及增速

数据来源: 贝壳投研, 飞鲸投研, 华福证券研究所

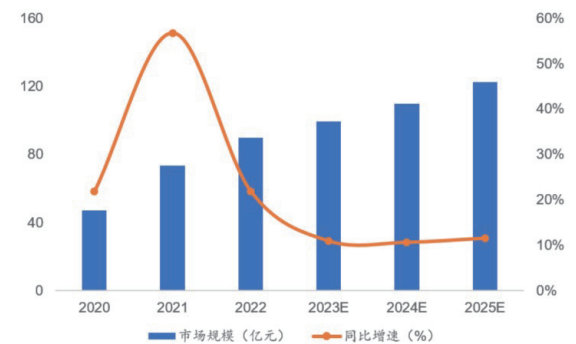
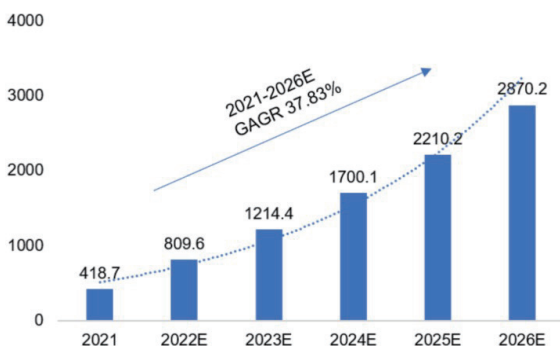


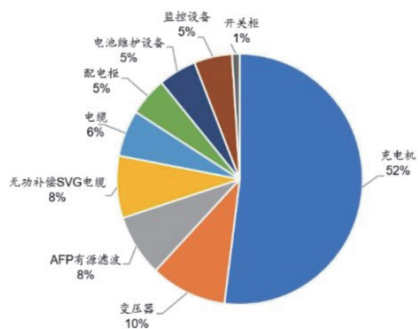
图12: 中国车规级MOSFET市场规模及增速

数据来源: 芯谋研究, 华福证券研究所



图表13: 中国充电设施市场规模 (亿元)

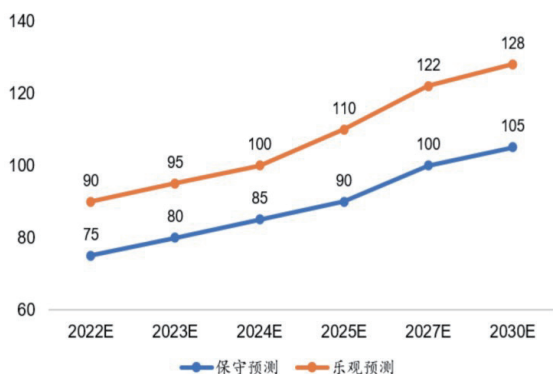
数据来源: 亿渡数据, 华福证券研究所



图表14: 充电桩成本分解

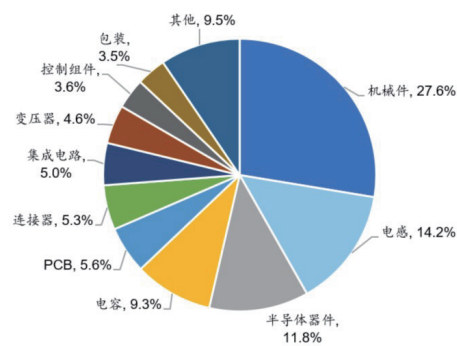
数据来源: 前瞻产业研究院, 华福证券研究所

逆变器是光伏系统的核心, 中高压MOSFET、IGBT及碳化硅等功率器件是光伏逆变器的核心, 其决定着光伏逆变器的性能高低, 进而直接影响光伏系统的稳定性、发电效率以及使用寿命。据中商产业研究院数据, 光伏逆变器主要由机械件、电感和半导体器件构成, 分别占比27.6%、14.2%、11.8%。综上, 在电动汽车、充电桩以及光伏逆变器等多轮驱动下, 功率器件有望稳健增长, 为千亿赛道奠定坚实路基。



图表15: 中国新增光伏装机预测 (GW)

数据来源: 中国光伏行业协会, 华福证券研究所



图表16: 光伏逆变器成本分解

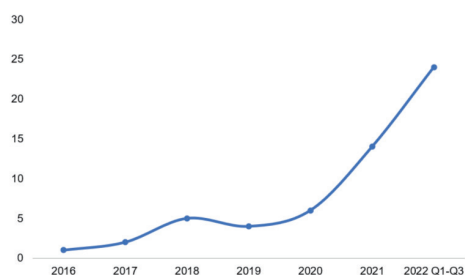
数据来源: 中商情报网, 华福证券研究所

功率半导体快速增长

汽车的百年史里, 数次技术变革都极大的推动了汽车消费和汽车工业的发展, 如发动机控制、自动变速、底盘、主被动安全、通信及多媒体影音等技术。虽然这些技术给汽车的驾驶感受和舒适性都带来了提升, 但汽车能源供给方式、驾驶方式以及驱动方式都没有发生变化。如今, 传统燃油车动力和传动系统将被电动车的大、小三电系统取代。自动驾驶、线控底盘、网联化和软件化, 车、路和云端协同等赋予了汽车新的定义和生命力。汽车已不再单单是一个载客的交通工具, 而是被定义为一个智能科技终端、可以在其中工作和休闲的第三移动空间。

电动汽车加速渗透, IGBT、MOSFET最先受益

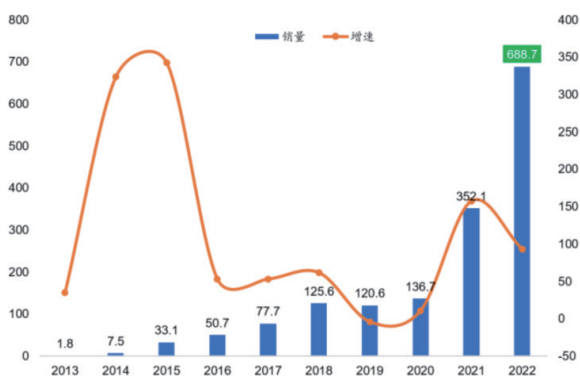
电动汽车作为新能源汽车的最重要载体和代表, 是承载先进汽车科技的代名词, 也逐渐成为消费者选择的主流。而中国已成为引领全球电动汽车技术发展的最大的新能源汽车产销市场。2016年中国电动汽车市场渗透率仅有1%。而在疫情等外界因素影响之下, 2022年前三季度中国电动汽车市场渗透率已经达到24%, 实现了飞跃式增长。



图表17: 2016至2022Q1-Q3中国电动汽车渗透率走势 (%)

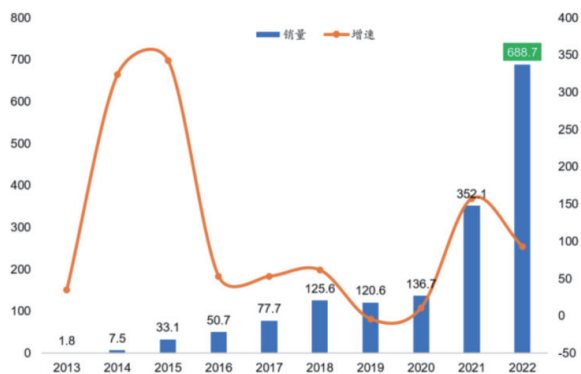
数据来源: 麦肯锡, 华福证券研究所

2022年1-9月份,全球新能源汽车销量再创新高,达726万辆,同比增长67.56%。其中欧洲销售166万辆,同比增长6.68%;美国销量快速提升,达72万辆,同比增长59.67%;中国新能源汽车销量继续领跑全球,销量达到400多万辆,同比增长110%。全球新能源汽车累计销量突破2500万辆。2022年1-12月份,中国新能源汽车销量共688.7万辆,同比2021年增加1倍。可见,即使上半年疫情影响带来的供应链中断、动力电池上游原材料涨价以及多数汽车芯片依然紧缺的形势下,新能源汽车销售市场热情不减。如比亚迪增长最为显著,全年累计销售186.85万辆,同比增长152.5%,其中纯电车型销量突破91.1万辆。



图表18: 2022年1-9月,全球各国新能源汽车销量

数据来源: 中国汽车论坛, 华福证券研究所



图表19: 2013-2022年中国新能源汽车销量(万辆)

数据来源: 中汽协, 华福证券研究所

车载功率半导体稳健发展,离不开高压平台应用的助推。整车动力电池电压平台有望将逐渐从现有的400V升级到800V系统,以满足消费者

对电动汽车的长续航、快速充电等期待,而这将对功率半导体的性能参数提出了更高的要求,中高压功率器件如SJ MOSFET、IGBT和碳化硅MOSFET将会在车端大量应用,其单车价值量有望继续提升。据半导体行业纵横数据,混动和纯电动汽车上功率半导体价值量分别占单车半导体总价值的40%和55%。据英飞凌统计数据,纯电动汽车半导体价值量预估在1000美元左右,而功率半导体达550-600美元左右。而车载功率半导体中最具代表的即IGBT和MOSFET。

品牌	车型	电池电压	上市时间	品牌	车型	电池电压	上市时间
现代	IONIQ 5	800V	2021	长城	极甲龙限量版	800V	2021
奥迪	e-tron GT	800V	2021	北汽	阿尔法S华为Hi版	800V	2022
保时捷	Taycan	800V	2022	极氪	001	800V	2022
全球	Macan	800V	2023	中国	比亚迪 Ocean-x	800V	2022
通用	Ultium	800V	2022	小鹏	G9	800V	2022
奔驰	EVA	800V	2023	路特斯	Type132	800V	2023
				理想	/	800V	2023-
				零跑	/	800V	2024-

图表20: 全球及中国部分800V系统车型及上市时间

数据来源: 佐思汽研, 华福证券研究所

车规功率半导体需求强劲,电动化与高压化是两大重要推动力。随着汽车电动化、高压化逐步渗透,功率半导体在电动汽车上单车价值量有望进一步提高。在传统燃油车上,单车功率半导体价值量在71美元左右。且主要以中、低压MOSFET应用为主,比如在车门、车窗、座椅调节、后视镜、仪表、影音、HUD、自动启停、雨刷、天窗、转向ECU、制动ECU、安全气囊、空调电动水泵、座舱仪表灯、前后视大灯驱动等涉及电机等应用场景大量使用。MOSFET单车用量超100颗。比如单个转向ECU中使用数量达8颗。平均单价2-10元人民币不等。电动汽车包括纯电动,插电混动,混动(中混和强混)等。在此类汽车上,电机驱动、照明、热管理、电动汽车主驱逆变器、DC/DC、升压器和OBC(车载充电器)等产品将依据各自的工作功率大小,选择不同的功率半导体器件。高、中、低压硅基MOSFET、IGBT和SiCMOSFET均有广泛使用。

车型	OBC	车载充电器	Boost 转换器	DCDC	主要功率半导体器件及应用
ICE	/	/	/	/	可应用场景 通用功率器件 功率 (kW)
MHEV	/	UV MOSFET or GAN HEMT 7-20 kW Au: 15 kW	/	/	主逆变器 IGBT SIC 30 - 400
HEV	/	IGBT module 40 - 120 kW Au: 20 kW	IGBT 30 - 100 kW Au: 50 kW	UV MOSFET or GAN HEMT 1.5 - 4 kW Au: 1 kW	Cool MOS IGBT SIC 3.3 - 22
PHEV	/	IGBT module 40 - 120 kW Au: 20 kW	IGBT 30 - 100 kW Au: 50 kW	DCDC 1.5 - 3.0	Cool MOS SIC 1.5 - 3.0
BEV	IGBT or SIC MOSFET or HV MOSFET or GAN HEMT 11.7 - 22.43 kW Au: 10 kW	IGBT module 40 - 120 kW Au: 20 kW	IGBT 30 - 100 kW Au: 50 kW	UV MOSFET or GAN HEMT 1.5 - 4 kW Au: 1 kW	PTC 加热器 IGBT 2 - 5
FCEV	/	IGBT module 40 - 120 kW Au: 20 kW	IGBT 30 - 100 kW Au: 50 kW	/	空压机电机 IGBT SIC 1.5 - 5
					水泵 IGBT 0.2 - 1
					油泵 IGBT 0.2 - 1

图表21: 功率半导体在电动汽车上的应用
数据来源: Yole, 英飞凌, 华福证券研究所

不同类型的功率半导体分立器件和模块,在汽车上都能找到应用的落脚点。车载功率半导体种类多,在做选型时,成本和效率是最关键的两大要素。首先需要考虑需要多大功率,再去匹配多大的电压和电流,再结合系统效率和成本最终设计出一套最优方案。功率半导体分立器件和模块根据在车上不同的系统应用,则选用不同规格的器件。由此可见,功率半导体在电动汽车上应用场景非常广泛。不同种类,不同规格的产品都能匹配到不同的系统应用。电动汽车销量稳健增长,最先获益的有望是当前具代表性的功率半导体——硅基MOSFET、IGBT以及碳化硅。

加快产品开发验证,重塑车规竞争格局

海外厂家依然是供货主体,本土企业份额有望持续扩大。由于车规芯片对可靠性、安全性、试验等要求相对苛刻,且汽车行业供应链相对封闭,车规功率半导体国产化率一直以来比较低。欧、美、日等地的厂家凭借多年的技术积累和先进的制造能力等占据着市场主导地位。据Omdia数据,英飞凌和安森美稳居全球功率半导体销售额第一和第二的位置,而其后排名相对动态。日本在全球功率半导体前十的榜单中占据五席,实力非常强劲。安世半导体是国内为数不多的被列入全球第一梯队的功率半导体厂家,2021年排名第八,相比2019年上升一名。

2019年排名	2021年排名	公司名称	国家	2019年销售额	2020年销售额	2021年销售额
1	1	英飞凌 Infineon	德国	261.66	280.14	340.83
2	2	安森美 On Semi	美国	119.77	112.84	143.57
4	3	意法半导体 STM	意大利	83.44	78.82	119.98
3	4	三菱电机 Mitsubishi Electric	日本	86.31	87.57	103.32
7	5	富士电机 Fuji Electric	日本	54.25	66.36	82.11
5	6	东芝 Toshiba	日本	60.27	61.46	69.72
6	7	威世 Vishay	美国	57.68	54.18	69.72
9	8	安世 Nexperia	中国	34.72	32.83	47.04
8	9	瑞萨 Renesas	日本	38.5	35.35	45.15
10	10	罗姆 ROHM	日本	34.51	34.51	44.38

图表22: 全球前十大功率半导体厂商排名(亿元,人民币与美元汇率按7计算)

数据来源: Omdia, 芯智讯, 华福证券研究所

美欧日等国功率半导体企业具备技术、产能、体系、人才和管理等众多优势,市场地位依然稳固。而中国作为全球最大功率半导体消费市场,近年来发展势头良好。截止2022年4月份,相关企业超300家,产业链布局完整,其中不乏一些技术实力深厚的IDM、Foundry和Fabless企业。以安世半导体、比亚迪半导体、斯达半导、中车时代电气和士兰微等为代表的功率半导体企业,在技术沉淀、车规认证、制造工艺、试验测试、技术支持、体系搭建、上车批量验证、问题解决以及产能提升和人才培养方面都积累了宝贵经验。



图表23: 中国功率半导体产业链
数据来源: 中商产业研究院, 盖世汽车, 华福证券研究所

2021年排名	公司名称	2020年销售额	2021年销售额	同比增长
1	安世半导体	96.42	147.77	53.3%
2	华润微	28.00	41.81	49.3%
3	扬杰科技	26.17	41.73	59.5%
4	士兰微	22.03	40.90	85.6%
5	吉林华微	16.05	22.38	39.4%
6	捷捷微电	9.95	17.07	71.6%
7	斯达半导体	9.59	16.75	74.6%
8	新洁能	9.53	15.72	64.8%
9	比亚迪半导体	4.61	9.30	101.7%
10	中车时代电气	8.01	9.08	13.3%

图表24: 中国功率半导体代表企业销售额(亿元)
数据来源: 新洁能官网, ittbank, 华福证券研究所

在车规功率半导体中，MOSFET和IGBT最具代表性。车规MOSFET：车规MOSFET不论在燃油车上还是电动车上，应用非常广泛，且MOSFET产品主要被海外企业垄断。自2020年以来，海外头部供应商都相继面临产能紧张、涨价和断供等问题。此时，对于一直在等候却缺乏合适契机进入车载领域的本土厂商来说，正是切入汽车供应链的绝佳时机。经过两年的蓄势，国内部分相关企业在上车批量供货的同时，同步在加快新的车规MOSFET的研发和验证。低压MOS——主要以40V，60V，100VPlanar平面型、Trench沟槽型和SGT屏蔽栅MOSFET为主。因为单车用量大、应用场景多且复杂，自2021年以来，市场缺货严重。中压SGTMOSFET：车规级SGTMOSFET工作电压范围通常在30V-250V之间的MOSFET产品，其中中压(100V-250V)一般并联多个MOSFET单管用于A00级小型电动汽车或中混车辆(动力电池电压在200V上下)的主驱逆变器、OBC、DC/DC、空调压缩机等零部件当中起到逆变、整流等作用。高压SJMOSFET，车规级SJMOSFET工作电压通常在650V-900V，主要用于当前广泛搭载的400V动力电池平台汽车的主驱逆变器、OBC、DCDC和PTC等产品上。

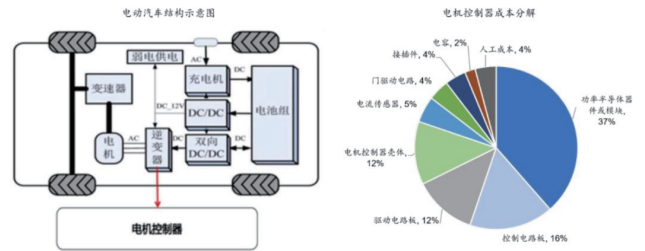
车规IGBT：IGBT通常分为单管、模块和IPM模块。全球车载IGBT和MOSFET一样，主要被美欧日等国家的厂家垄断。如英飞凌、安森美、富士电机、三菱电机和赛米控等。其中，英飞凌占据车规IGBT主要市场份额，英飞凌最早在2007年推出车规级IGBT模块——HybridPACK系列。在国内市场，比亚迪、斯达半导和时代电气稳居前十。IGBT已发展至第七代，英飞凌作为IGBT龙头，其技术早在2018年已经迭代至第七代。第五、六、七代均是在第四代技术基础上针对大功率、高开关频率等需求进行的设计优化。不同代差对应不同的器件设计，也对应着不同的器件性能和应用场景。目前国内多数厂家已经发展到了等同英飞凌的第四代和第五代技术，而第四、五代IGBT也正好是目前车规IGBT应用的主流技术。

平面型 (PT)	改进型平面型 (PT)	沟槽型 (Trench)	沟槽型带屏蔽栅 (FS-Trench)	电场截止型 (FS)	非穿通型 (NPT)	沟槽栅-屏蔽栅 (Trench-屏蔽栅)			
序号	技术特点	芯片面积 (mm²)	工艺线宽 (nm)	通态饱和 (V)	关断时间 (ns)	功率模块	额定电压 (V)	最早出现时间	国内公司
第一代	平面型 (PT)	100	5	3	0.5	100	600	1988	/
第二代	改进型平面型 (PT)	56	5	2.8	0.3	74	600	1990	/
第三代	沟槽型 (Trench)	40	3	2	0.25	51	1200	1992	/
第四代	非穿通型 (NPT)	31	1	1.5	0.25	39	3300	1997	华润微、新洁能、纳芯微等
第五代	电场截止型 (FS)	27	0.5	1.3	0.19	33	4500	2001	士兰微、安微、比亚迪半导体、时代电气等
第六代	沟槽型电场截止型 (FS-Trench)	24	0.3	1	0.15	29	6500	2003	华微电子等
第七代	屏蔽栅-沟槽型	20	0.3	0.8	0.12	25	7000	2018	斯达半导等

图表25: IGBT技术迭代

数据来源：智研咨询，EETOP，中慧智库，华福证券研究所

功率半导体器件或模块是电机控制器的核心。电机控制器、电机和减速器一起组成电动汽车的电力驱动总成。其中，电机控制器是功率半导体器件和模块的重要应用领域，其主要用途是将动力电池输出的直流电转换成驱动电机所需要的三相交流电。电机控制器由功率半导体器件或模块、电容、驱动电路板和控制电路板等零部件组成。其中功率半导体器件或模块占总成本的37%左右，是电机控制器最为核心的零部件之一。



图表26: 电驱动总成示意图和电机控制器成本分解
数据来源：RIO电驱动，华福证券研究所

由于电机控制器是功能安全件，通常消费级或工业级的功率半导体器件和模块不满足上车条件。因此长期以来，电机控制器中的功率半导体器件和模块一直依赖进口。近年来，电机控制器格局发生变化，本土电机控制器厂家市场份额快速增长，这让国产功率半导体拥有更多验证和上车机会，国产功率半导体市场份额将有望进一步扩大。2022年Q1，斯达半导、比亚迪半导体和时代电气市占率分别稳居国内市场第二、第三和第五，分别占比16.4%、14.5%和9%。

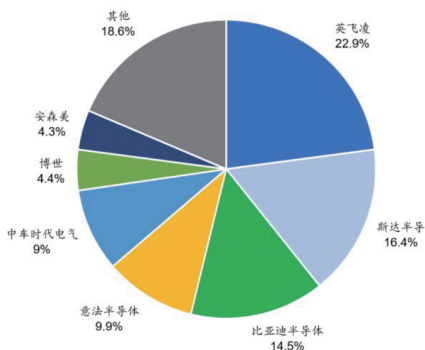


图27: 2022年Q1中国新能源汽车功率模块市场竞争格局

数据来源: 智研咨询, 华福证券研究所

本土电机控制器厂商引领市场,对车载功率半导体竞争格局有着积极影响。2022年,排名前20的电控厂家中,本土厂家占据12席。包括5家整车厂自制企业、9家本土第三方非自制企业(包括联合电子)以及6家海外厂家(包括日本的电装、电产、三菱、日立等四家、法国法雷奥和美国博格华纳)。包括整车企业在内(除特斯拉外),总共有14家本土企业入围前20,占比7成。

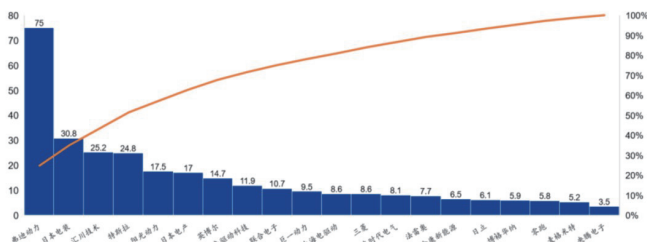


图28: 2022年xEV电控供应商供货量分布(万套)

数据来源: NE时代(曲线代表市场集中度累计比例), 华福证券研究所

国产电控引领市场,有望助力国产功率半导体上车。目前国内电控产品竞争相对充分,且由本土厂家引领。而国内企业在电控市场上份额的提升,则有望助力国产功率半导体上车。原因如下:1)供应链安全考虑:当功率半导体缺货时,为保证供应链安全,车厂通常采取一品多点采购战略,即一个电控产品,多家功率半导体供应商按照与车厂约定好的份额供货。对车厂而言,国产功率半导体通常是此时的选项之一;2)电控厂家成本控制需要:国产功率半导体成本相比进口器件具备一定优势。特别是A00级和A0级这类电动车,其对整车成本控制要求相对较高,国

产功率半导体应用较为广泛。国内电控厂家在面临海外竞争者压力的时候,成本是其核心优势之一。功率半导体作为电控中占比最高的核心器件,国内电控厂家在获取整车厂项目的时候,通常也会偏爱选用同样具有成本优势的国产功率半导体。3)多数国内车厂和电控厂家加强和国内功率半导体厂家合作,通过投资或战略合作或成立合资公司的方式,形成优势互补,共同开发功率半导体产品。这将对国产功率半导体上车应用起着很强推动作用。缺芯缓解过后,功率半导体的“技术和成本”或成核心主线。随着缺芯缓解,海外头部厂家产能恢复,国内厂家或面临一定程度上的市场竞争。如何突破重围,长期来看,技术提升和持续成本优化,以及加快车规产品研发和验证速度,将有助于重塑市场格局,这将成为国内厂家可持续发展的两条核心主线。

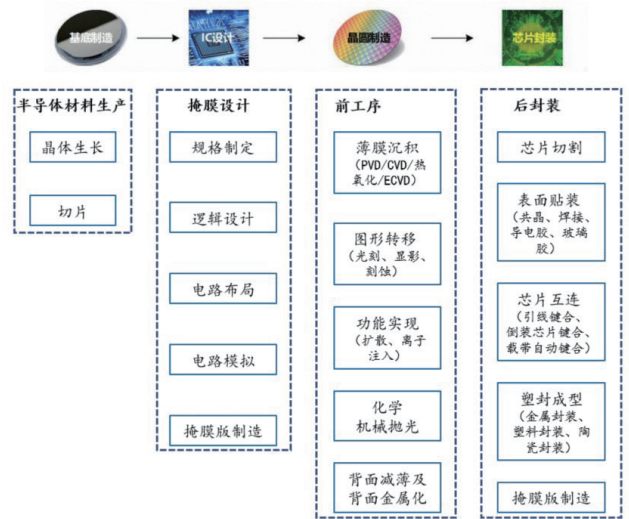
车规器件壁垒重重,国产龙头曙光破晓

在电动汽车销量快速增长和缺芯的大背景下,国内功率半导体厂家趁势在上车验证和批量供货上取得不菲成绩。但由于国内车载功率半导体发展起步较晚、器件开发经验不足、上车验证机会不多和可靠性要求高等原因,在“以下诸多方面”与全球第一梯队的车规功率半导体企业尚存差距,这也正是车规功率半导体壁垒所在。诸多壁垒呈现复杂性、多样性、综合性以及普遍性等特点。

设计和制造工艺。车规功率半导体的设计和制造工艺相对成熟,结构相对简单,对工艺制程要求不高(通常大于90nm)。车规功率半导体与其他芯片比较,结构和制造工艺有一定差别,且逐渐融合更多的特色工艺(微沟槽、深沟槽和屏蔽栅等)。车规功率半导体在芯片面积、线宽、通态饱和压降、关断时间、功率损耗和封装等方面在持续做设计和工艺优化,以达到大电流、高电压、低损耗、高开关频率、鲁棒性、散热快等性能目标。目前全球车规级功率半导体器件设计、制造工艺和封装测试等主要由英飞凌等海外厂商引领。

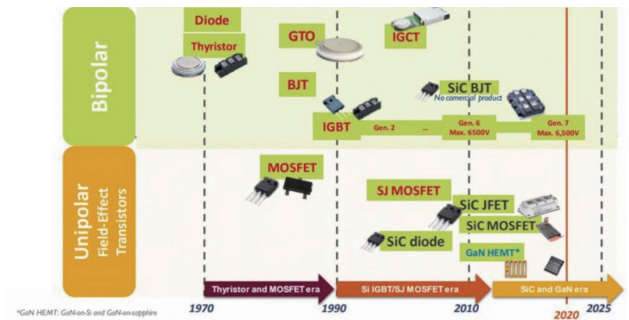
器件设计:功率半导体自诞生以来,从半导体基材的迭代、微沟槽结构的优化、先进封装、大尺寸晶圆的的应用等多个方面进行技术创新。据Yole数据,功率半导体器件每隔二十年将进行一次产品迭代。相

比其他半导体, 迭代周期相对慢, 这将给国内功率半导体厂家留有充足的发展时间。目前国内厂商面临的挑战主要包括: 1) 低功耗与高可靠性以及高功率密度三者的平衡; 2) 满足高性能和小型化以及低成本三者的平衡; 3) 产品平台化和客户定制要求之间的冲突和平衡; 6) 车规产品设计、制造等管理体系和流程不健全; 晶圆制造工艺: 这方面的挑战有: 1) 半导体设备长期依赖进口, 采购周期长且成本高, 设备调试时间长, 缺乏经验; 2) 生产过程管控以达到晶圆一致性和可靠性的目的; 3) 适用于车规的材料选型, 以达到散热、高结温要求; 4) 小尺寸、先进封装与成本之间的冲突等。封装测试: 这方面的挑战有: 1) 封装环节, 键合引线、模具、框架等材料的选择; 2) 功率半导体模组的散热问题和可靠性两者的平衡; 2) 缺乏车规试验条件或测试经验, 具体试验参数如何设定没有经验。SJ MOSFET、IGBT、碳化硅MOSFET作为中高端功率半导体器件, 国内厂家在器件设计、晶圆制造工艺和封测环节都面临不同程度上的挑战和壁垒。对于追赶者的国产功率半导体厂家而言, 技术作为发展的第一要素, 技术持续迭代和技术方案的创新或是超越国际巨头、主导市场地位的最重要条件之一。



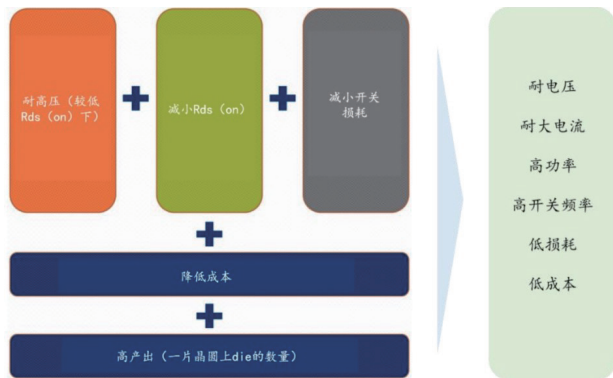
图表30: 功率半导体制造工艺

数据来源: 华润微12吋晶圆厂生产线环评报告, 华福证券研究所



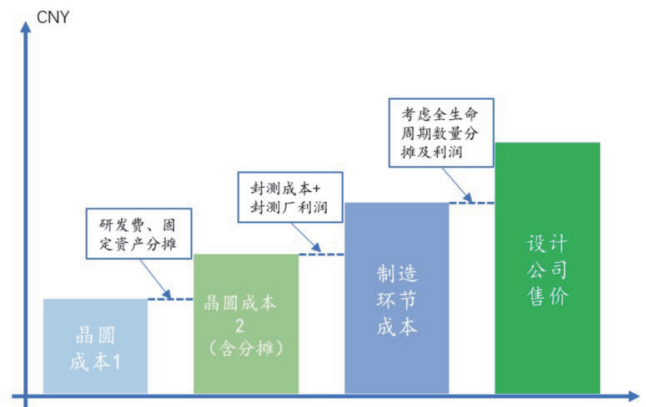
图表31: 功率半导体技术迭代路线

数据来源: Yole, 华福证券研究所



图表29: 功率半导体器件技术发展趋势

数据来源: Yole, 华福证券研究所



图表32: 功率半导体技术挑战和解决方案

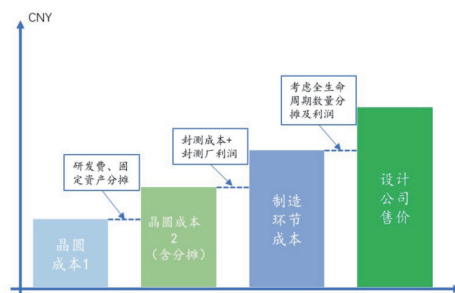
数据来源: Yole, 华福证券研究所

质量管理体系。车规功率半导体相比消费和工业产品,对可靠性、质量一致性、环境(耐久、高低温)、供货周期以及验证试验等要求更高。需要严格遵守车规芯片开发流程、质量管理体系、验证要求等以确保车辆行驶安全。车载功率半导体与其他车规芯片一样,从芯片定义、设计、原材料采购、供应链管理、生产制造过程、小批量和批量供货以及售后等,都需要严格按照AECQ-100试验要求和IATF16949生产制造过程中的要求执行。对于主驱逆变器中的功率半导体单管或模块,甚至要求按照ISO26262对系统和流程体系进行功能安全认证。比如,在车规IGBT模块的安全性方面,IGBT模块通常由多个IGBT单管、SBD以及散热板等结构组成。IGBT单管由成百上千个IGBT元胞构成。IGBT模块实际上车后,若其中一个元胞出现质量问题,则将直接危及整车安全。国内从事车载功率半导体开发和生产制造的厂商,具有数量多、分布地域广、产品种类多、技术能力水平参差不齐等特点。除了少数几家头部厂家外,车载领域起步相对晚,从事车规产品开发累计时间不长。对车规产品质量管理体系认知仍有待提高,需要未来更长时间上车实践以提升。

上车机会。传统燃油车时代,汽车销量和核心零部件技术均由头部车厂和供应商把握,海外整车厂和头部Tier1话语权大,故汽车供应链相对封闭,新玩家进入大厂供应链体系相对困难。国内车规功率半导体厂家起步晚、技术经验少、对车规产品认知缺乏。由于缺乏批量上车验证机会。即使部分有很强研发实力的企业,同样缺乏批量供货、验证产品长期可靠性的机会,从而技术能力一直处在进步缓慢的窘境。且高投入和长期低回报导致部分厂家信心不足甚至放弃车载产品的开发。在此背景下,即形成了对国内功率半导体玩家极为不友好的恶性循环。新能源汽车的快速上量以及疫情以来的汽车缺芯,特别是特斯拉以及国内的造车新势力们,打破了汽车供应链封闭的外墙,愿意尝试多条腿走路,这给予了国内包括车载功率半导体厂家在内的汽车零部件供应商们充足的上车机会,也增强了国产替代的确定性,国产车规功率半导体有望迎来份额进一步提升的机会。

成本。在汽车客户面临器件选型时,成本将是一项重要考量的点,同样满足客户需求的产品,分别来自海外厂家和国内厂家,在不缺芯和没有国产替代要求下,通常客户可能考虑定点给价优者。

车规功率半导体和其他国产芯片类似,因为起步晚、经验缺乏、产业链相对不成熟等特点,研发成本(人工、IP、软件和工具链等)摊销相对较高、核心原材料依赖进口(框架、模具、引线键合相关工艺等)、工艺相对不成熟、良率相对不高、规模化效应相对不突出、车规器件试验经验相对缺乏以及固定资产尚在摊销初期等,而上述或是造成器件成本相对较高的主要因素。



图表33: 功率半导体器件成本结构

数据来源: SYSTEMPlus, 华福证券研究所

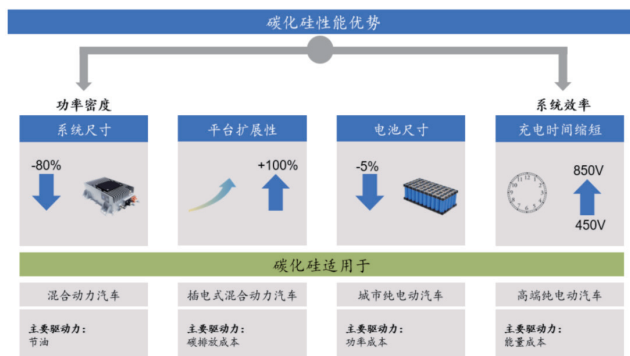
半导体从业人才。截止2020年,国内半导体从业人员人数约54.1万,同比增长5.7%。预计到2023年,人才需求将达76.7万人,人才缺口将近23万人。依前文所述,功率半导体已超300多家。需求旺盛背后也隐藏着行业对专业人才的求贤若渴。人才竞争也同样是半导体企业间实力竞争的重要组成部分。成熟、经验丰富的人才队伍是行业发展基石。

碳化硅器件厚积薄发,产业布局多点开花

新材料、新机遇、新趋势

作为第三代半导体材料的代表,相较于硅,碳化硅具有禁带宽度更大(是硅的3倍)、热导率更高(是硅的4-5倍)、击穿电压更大(是硅的8-10倍)等优势。碳化硅功率器件主要包括碳化硅二极管(主要是肖特基势垒二极管SBD等)、碳化硅晶体管(主要是碳化硅BJT、MOSFET等)以及碳化硅功率模块等。碳化硅功率器件具有耐高压、大电流、耐高温、高频、高功率和低损耗等众多优点,广泛应用于电动汽车及充电桩、光伏、电网、轨道交通和储能等领域。据Yole数据,碳化硅功率器件2021年全球市场规模10.9亿

美金。预计到2027年将达到62.97亿美金，2021-2027CAGR达34%。发展势头强劲，未来市场空间可观。



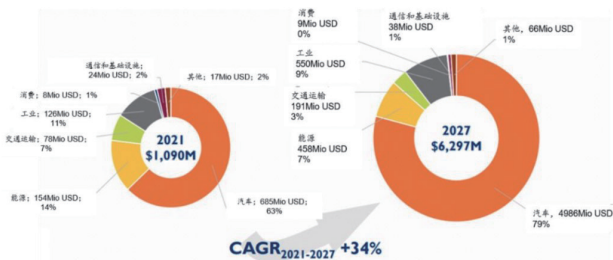
图表38: 碳化硅性能优势

数据来源: 英飞凌, 华福证券研究所

参数	Si MOSFET	SJ Si MOSFET	Si IGBT	SiC MOSFET
器件类型	单极	单极	双极	单极
击穿电压	12-500V	500V-1200V	400V-12KV	600V-几KV
电流密度	中	中	高	非常高
Rds-on	中	小	中	小
开关速度	高	高	低	非常高
成本	低	高	中	高
导热性能	低	低	低	高
工作温度	125° C	125° C	125° C	175-200° C
厂商数量	多	多	多	较少, 但是越来越多
可靠性标准	有	有	有	不成熟, 发展中
技术成熟度	高	高	高	中

图表39: 常见功率半导体比较

数据来源: Yole, 华福证券研究所



图表40: 碳化硅功率半导体器件市场规模预测 2021-2027E

数据来源: Yole, 华福证券研究所

全球各国对碳化硅投资热度不减, 目前碳化硅器件市场龙头依然以海外企业为主, 国内90%需求依赖进口。我国碳化硅产业链布局相对完整, 部分头部企业技术实力不可小觑, 在半绝缘衬底、外延片、射频器件和碳化硅器件均已量产并批量供货。

国家	公司	2020 (百万)	2021E (百万)	YoY
1	STM 意法半导体	\$290	\$450	55%
2	Infineon 英飞凌	\$110	\$248	126%
3	Cree (科锐)	\$108	\$165	53%
4	Rohm 罗姆	\$103	\$108	5%
5	OnSemi 安森美	\$55	\$78	43%
6	Mitsubishi Electric 三菱电机	\$26	\$28	8%
7	Fuji Electric 富士电机	\$17	\$18	4%
8	GeneSiC	\$14	\$17	15%
9	Toshiba 东芝	\$12	\$12	7%
10	Semikron 赛米控	\$8	\$9	8%
11	UnitedSiC 联合碳化硅	\$6	\$7	9%
12	Danfoss 丹佛斯	\$3	\$4	10%
13	Microchip 微芯	\$1	\$1	4%
	其他	\$30	\$47	55%

图表41: 全球碳化硅功率器件各厂家2020-2021E 营收 (百万美元)

数据来源: Yole, 华福证券研究所

碳化硅性能优于IGBT, 两者在多个领域或存在应用重叠。从成本变化和晶圆尺寸发展趋势分析:**碳化硅与IGBT成本比较**。目前碳化硅功率器件由于技术和工艺尚不成熟、衬底良率低以及尚未规模化应用等因素, 导致当前碳化硅成本居高不下。同等规格、满足同个终端应用需求的碳化硅MOSFET的价格是IGBT的2.5-3倍。而硅基IGBT技术成熟, 规模化效应已经显现, 成本下探空间有限。随着上述对碳化硅成本不利因素日渐改善, 其价格有望逐年下调。对于长续航电动汽车, 当前碳化硅功率器件的应用带来的其他周边零部件的降本, 或将进一步缩小、或打平与选用IGBT带来的价格差。**碳化硅晶圆制造**。目前已量产碳化硅衬底多是基于2英寸、4英寸和6英寸晶圆制造, 其中6英寸逐渐将成为主流。据NE时代数据, 安森美8英寸衬底于2021年已经投产。未来, 随着8英寸晶圆的衬底逐步量产, 单片晶圆产量提升, 相比4英寸和6英寸晶圆, 理论上碳化硅器件价格或将会有所下调。当前碳化硅MOSFET主要应用于一些中高端场景, 这些应用往往追求更高的性能表现。如售价30万以上的中高端智能电动汽车, 其对续航、瞬间加速以及充电时间有着更高要求, 通常其主逆变器中会采用碳化硅方案。短时间内, IGBT或依然是市场主流。长期来看, 碳化硅MOSFET和IGBT市场需求或达到一个相对平衡, 两者将共存以供不同应用场景所使用。

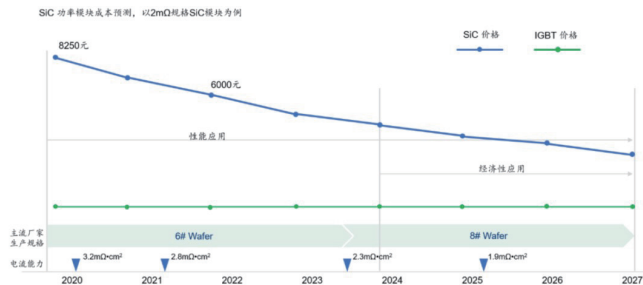


图42: 碳化硅功率半导体器件成本变化趋势

数据来源: NE时代, 华福证券研究所

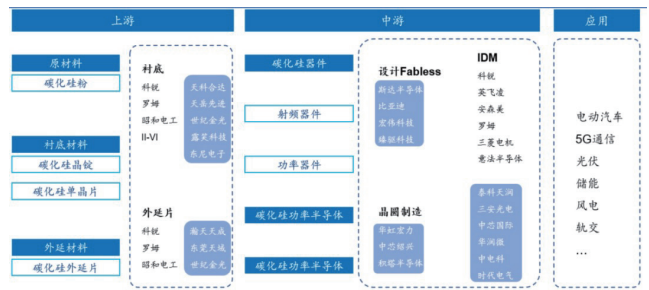


图44: 碳化硅功率器件上下游产业链

数据来源: Yole, 中商产业研究院, 华福证券研究所

供应商	总部	SiC产品布局					主要客户
		尺寸	投产时间	产能	车载应用	外延	
安森美	美国	6μ, 8μ	2021		逆变器	√	奔驰等
Wolfspeed	美国	8μ	2022.4		逆变器、OBC	√	通用等
意法半导体	瑞士	8μ	2023		逆变器、OBC	√	特斯拉、雷诺、日产、三菱等
英飞凌	德国	6μ	2023		逆变器、OBC	√	现代等
博世	德国	8μ	2021.10-2022.7	投资8亿欧元	电机驱动系统	√	
天科合达	北京	6μ	2020.8				华为等
芯聚能	广州	6μ	2021.5			√	吉利等
三安光电	福建	6μ	2021.6	360k/Y		√	比亚迪、理想等
微芯长江	安徽	4μ, 6μ	2021.8	250k/Y	逆变器		
阳光股份	河北	4μ, 6μ	2021.8	100k/Y			长城等
天岳先进	山东	6μ	2022.7	300k/Y			小鹏、上汽、广汽等
斯达半导体	浙江	6μ	2024	60k/Y		√	宇通等

备注: “μ”表示英寸; “k/Y”表示千片每年。

图43: 全球及中国碳化硅企业产品布局 (部分)

数据来源: NE时代, 华福证券研究所

衬底和外延占据价值高地

碳化硅产业链相对复杂, 主要包括衬底、外延、器件设计、晶圆制造以及封装测试和终端应用等。截至2021年, 国内碳化硅产线已经投入超20条, 产业链上、下游都有相关企业参与。其中衬底代表企业有天岳先进、天科合达等; 外延片代表企业有东莞天域半导体、瀚天天成等; 布局碳化硅器件的企业以IDM为主, 也有少数几家Foundry, 还有多数设计公司。衬底和外延占据碳化硅器件的价值高地, 存在较高技术壁垒。据未来智库数据, 衬底和外延占碳化硅器件总成本近70% (其中衬底占46%, 外延占23%)。两者同为碳化硅器件最核心、也是最具瓶颈的两道制造工艺环节。衬底和外延的技术提升快慢和良率高低都将对碳化硅器件的应用和推广产生直接影响。

图45: 国内碳化硅功率器件产线规划和主要参与企业

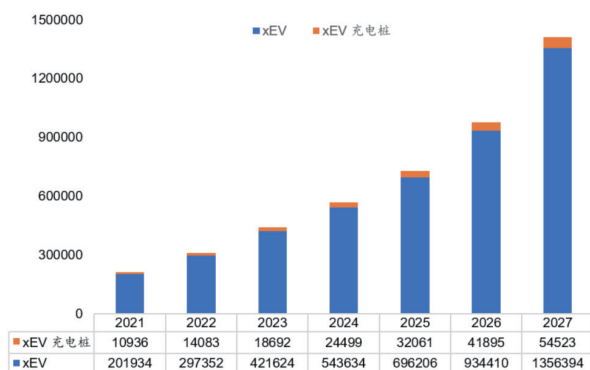
应用环节	产线状态	产线数量 (条)	主要企业
SiC电力电子	已有产线	7	泰科天润、三安集成、中电科55所、世纪鑫光、国家电网、全球能源互联网研究院、中车时代半导体、华润等为
	新增产线	3	上海积塔半导体、芜湖启迪半导体、泰科天润
GaN-on-SiC射频	在建产线	10	三安光电、燕东微电子、中科汉韵、比亚迪、富能半导体、广东芯聚能、南京百识电子、青岛惠科、华瑞微、奕唐智控
	已有产线	5	中电科13所、中电科55所、三安集成、苏州能讯、海威华芯
	在建产线	5	北京华通芯、成都新兴中微科技、正威集团、昊越半导体、立昂微

图45: 国内碳化硅功率器件产线规划和主要参与企业

数据来源: 前瞻经济学人, 华福证券研究所

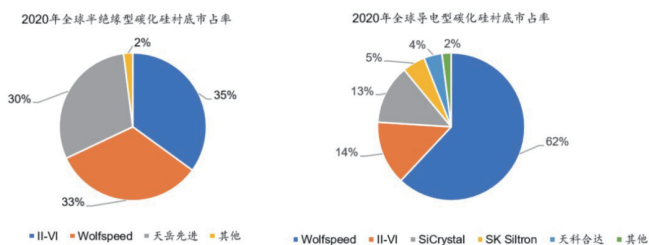
衬底是碳化硅器件的第一内核。据Yole数据, 预计到2027年, 全球应用于电动汽车和充电桩的碳化硅衬底数量将达到140万片, 占市场总量的78.23%。碳化硅衬底分类——碳化硅衬底按照电阻率大小, 碳化硅可以分为导电型和半绝缘型。导电型衬底常用于制作碳化硅功率器件, 应用于电动汽车、光伏、储能等领域。而半绝缘型碳化硅衬底则被常用于制作氮化镓微波射频器件和功率放大器等 (GaN-on-SiC), 应用于5G通信等。目前导电型衬底市场依然由欧、美、日企业主导, 美国Wolfspeed占全球份额超60%以上, 其他如美国高意集团 (II-VI)、德国SiCrystalAG (被日本Rohm收购)、美国DowCorning和日本新日铁住金等紧随其后, 市占率位居前列。国内做导电型衬底起步较晚, 整体发展处于初期阶段, 该领域国内主要企业有天科合达、天岳先进等。国产厂家在半绝缘型衬底产品开发相对起步较早, 有一定经验积累。2020年, 天岳先进的半绝缘型碳化硅衬底在全球市占率已高达30%, 位居全球第三, 仅次于海外龙头企业II-VI和Wolfspeed, 形成三足鼎立的局面。衬底制作方法——衬底的形成通常使用物理气相传输法, 在高温下 (>2000°C), 碳化硅粉体分解成

硅原子等气相物质，在高低温形成的温度梯度下，气相物质慢慢在低温区的碳化硅籽晶表面生长形成碳化硅晶体。再通过定向、整形、切片、研磨、抛光、检测和清洗等工艺过程，最后制成碳化硅衬底。制作优良的碳化硅衬底，存在较高的技术壁垒。碳化硅衬底生长难度大，对工艺控制和衬底的厚度、翘曲度和弯曲度都有较高要求。其制备过程中，主要存在以下难点和壁垒：1) 碳化硅粉体纯度控制要求高，碳和硅的比例控制要精准；2) 温度要求高，高温与低温需控制精准；3) 长晶时，生长速率等需要严格控制；4) 衬底生长为物理时间，且很难加速，时间成本高，产能因此受限；5) 碳化硅硬度强，切片时损耗高，产出低；6) 涉及设备种类多、要求高，如长晶炉，切片机、研磨机、抛光机和清洗设备等，总投入大。以上众多壁垒导致目前碳化硅良率较低，单片价格较高。



图表46：碳化硅衬底在电动汽车应用需求预测

数据来源：Yole，华福证券研究所



图表47：2020年全球碳化硅衬底市场格局

数据来源：Yole，Wolfspeed，中商情报网，

TrendBank，华福证券研究所

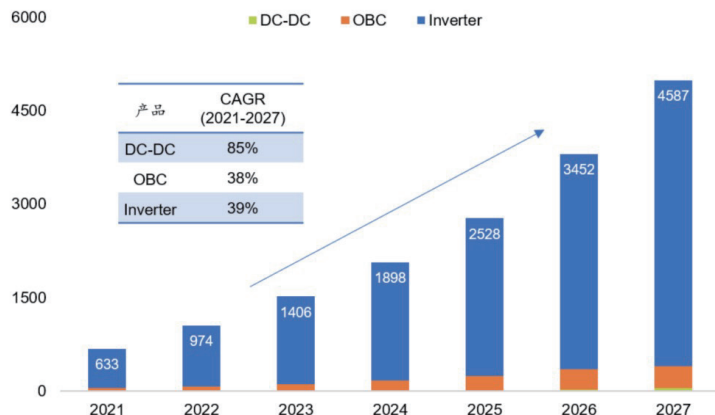
外延工艺是碳化硅器件的第二内核。由于碳化硅衬底表面或多或少因为生长过程或加工过程中引入微颗粒，直接基于其表面进行晶圆制造，或将导致最终器件良率低、性能差等后果。故通常引入外延工艺，即在衬底表面通过化学气相沉积(CVD)生长出

一层4H-SiC单晶薄膜以提高器件良率和性能，这一层单晶材料即称为“外延”。在制作过程中，工艺控制不良会直接造成各类缺陷产生而影响良率和产出。据Yole数据，预计到2027年，碳化硅外延片全球市场规模将达8.51亿美元，2021年到2027年，CAGR为28%。全球外延片市场主要被美国Wolfspeed和日本昭和电工是碳化硅外延片两家龙头企业垄断。其他厂家有II-VI、Cree、Norstel、Rohm和英飞凌等。国内从事碳化硅外延片企业主要有瀚天天成、东莞天域、中电55所和三安光电等。

碳化硅加速上车

据Yole数据，电动汽车和汽车充电桩为碳化硅第一大应用市场。预计到2027年，碳化硅器件在电动汽车和汽车充电桩上应用，全球市场规模将分别达49.86亿美金和1.35亿美金，两者之和占市场总规模的81.32%。碳化硅SBD和碳化硅MOSFET可应用于电动汽车主驱逆变器、OBC、DC/DC以及充电桩等产品中。自2019年Tesla首次将碳化硅器件(供应商：STM)应用于其Model3车型上，碳化硅便正式开启了上车之路。自2021年以来，国内自主品牌车企纷纷在其新车型上应用碳化硅器件，如蔚来汽车ET5和ET7(主驱，自研模块，晶圆从安森美采购)，吉利SMART精灵(主驱，供应商：芯聚能)、小鹏G9(主驱，供应商：英飞凌)、比亚迪海豹(主驱，自研自产模块，部分晶圆外购)等。碳化硅将提升电动汽车续航能力和缩短电动汽车充电时间。相较于燃油车，电动汽车消费者对当前有限的续航里程和相对漫长的充电时间常常感到焦虑。虽然车企在动力电池、BMS、电机、电控和OBC等产品技术上做了很多优化和提升，但相比燃油车，续航里程受限和充电时间长是电动汽车推广的两大痛点。续航里程。相比硅基IGBT，碳化硅MOSFET有着众多优点：1) 碳化硅在关断时无拖尾电流，可以降低损耗；2) 碳化硅的高开关频率特性，不仅可降低损耗，由于对散热效率要求相对低，还可减轻和驱动零部件和散热零部件重量和体积，周边器件的成本随之降低；3) 在车辆匀速和轻载情况下，因为低损耗，可提升5%-10%的续航里程。另外，采用800V高压平台的电动汽车，同等功率下，系统电流可以比400V电压平台更小，故高压线束直径

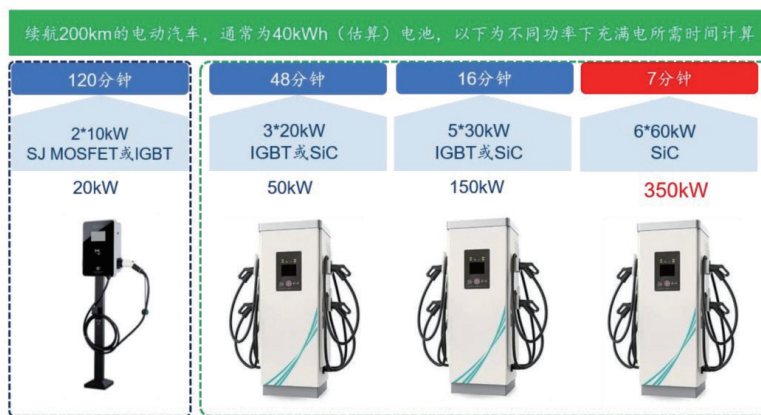
可以做的更细，线束重量和体积可以更小，电动汽车变的更轻，续航能力也会得到相应提升。



图表48: 碳化硅在电动汽车上各产品应用市场规模预测2021-2027 (百万美元)

数据来源: Yole, 华福证券研究所

充电时间。汽车充电桩一般分为交流慢充和直流快充。交流慢充指的是电动汽车通过公共或个人充电桩，需要借用车载充电器(OBC)交直流转换给汽车充电。交流慢充的优点是成本低，电池损耗慢；缺点是充电时间长，充电时间长短取决于OBC的额定功率(常规在3kW-9kW)。目前OBC主要采用硅基IGBT或SJ MOSFET方案，电池充满电时间一般需要4-8小时。相比之下，碳化硅MOSFET可以耐受更高电压，使得OBC拥有更高的额定功率。例如采用意法半导体的碳化硅技术，可以将OBC的额定功率提升至22kW甚至更高，充电时间可以大大缩短。直流快充是指充电桩自身内部实现交直流转换模块，无需借用OBC，将电网或储能设备中的交流电转换成直流电，直接给汽车充电。直流快充功率取决于充电桩自身输出功率和BMS(电池管理系统)，如电池电压升级至800V，直流快充功率通常将超过120kW，碳化硅器件的高功率特性即可有其用武之地，进而提高充电效率和缩短充电时间。另外，800V动力电池平台相比400V动力电池平台，在相同的系统电流和高压线束直径下，电池的充电时间或将缩短一半。



图表49: 碳化硅对电动汽车充电时间的影响

(来源:半导体行业观察)

详解GAA的机遇和挑战

全环栅(GAA)纳米片场效应晶体管(FET)是什么?

全环栅(GAA)纳米片场效应晶体管(FET)是一种创新的下一代晶体管器件,已被业界广泛采用,以继续超越5纳米的技术节点和FinFET的逻辑扩展。虽然全环栅晶体管的研究已经有很多年了,但在不到五年前才提出了第一个基于44/48纳米的CPP(接触多晶硅间距)缩放间距的性能基准。为了充分了解堆叠纳米片全环栅晶体管所提供的优势,重要的是要了解最先进的FinFET所面临的一些挑战,以及多年来推动整个行业创新的趋势。从历史上看,芯片架构创新一直是由短通道效应(SCE)驱动的,它在实现功率性能面积(PPA)扩展的同时发挥作用。当沟道长度与源极-漏极损耗层处于同一数量级时,就会发生SCE。多年来,一些创新,如应力技术和高k金属栅极,已经实现了缩放。FinFET是晶体管器件历史上第一次架构上的变化,通过引入三栅极控制来实现缩放,从而使栅极长度缩放再延长几代运行时间。在晶体管器件的历史上,全环栅纳米片FET是第二次采用完全不同的结构。

将FinFET扩展到7nm节点以上会导致sce加剧,促使从三栅极架构向全环栅架构的转变。在半导体工业探索的全环栅架构中,纳米线提供了最好的静电控制,而更宽的纳米片提供了更高的“导通”电流,并比FinFET更好的静电控制。图1显示了FinFET和GAA纳米片FET的原理图,其中突出显示了两种技术的关键组件。两种技术之间的共同组件包括浅沟槽隔离、源/漏极外延和高k金属栅极;而结构上的差异包括FinFET的三栅极和纳米片的全包围栅极。为了获得性能上的优势,多个纳米片必须相互堆叠,不像FinFET,一个鳍片组成一个器件。FinFET的沟道厚度是通过光刻法定义的,这限制了由于图形分辨率而产生的缩放,而该沟道厚度(也称为TSi,硅的厚度)是通过外延生长的Si层在外延生长的低浓度锗SiGe层上定义的,在晶圆上提供优越的沟道均匀性,并消除了工艺复杂性。

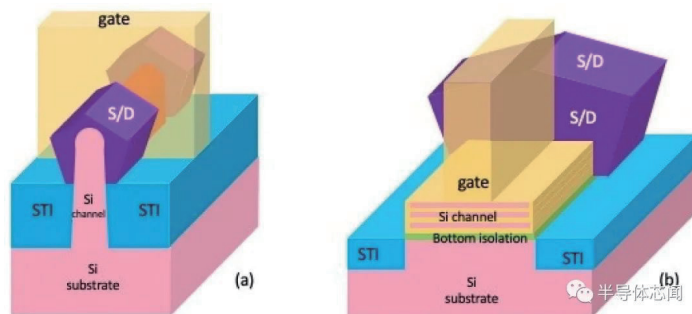


图1.此图并排显示了一个FinFET和一个GAA纳米片FET。

(a) 示意性地描绘了具有浅沟槽隔离(STI)、源极/漏极(S/D)外延和高k金属三栅极的FinFET。
(b) 具有STI、S/D外延、底部电介质隔离(BDI)和高k全方位金属的GAA纳米片FET。一些特性,例如BDI和栅极与S/D之间的隔离,是GAA纳米片FET所独有的。

图2显示了GAA-FET,并强调了在过去几年中经过精心设计和广泛研究的一些关键特征。这些特性包括水平堆叠形成一个器件的离散硅片、填充硅通道之间空间的高k金属栅极、与大块衬底的底部介电隔离、光刻定义的硅片宽度、工艺控制的栅极长度,以及用于栅极到源漏的隔离。这些GAA纳米片FET的某些方面,如诱导应变以增加空穴迁移率,一直是提高器件整体性能的热门话题,但本文将不涉及。本文还对高功率和低功率器件的多阈值电压(Multi-VT)选项、通道几何形状对器件性能的影响以及全介质隔离的集成和影响等方面进行了综述。

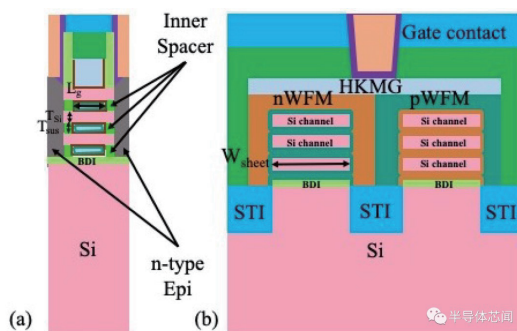


图2.该图显示了环栅纳米片FET的示意图，突出显示了其主要特征。

(a) 显示了源漏区的切口，其中突出显示的关键特征是底部电介质隔离 (BDI)、硅通道的厚度、硅通道之间的距离，和栅极长度。此处还突出显示了内部间隔区和n型外延。(b) 显示了栅极区域的切口，其中突出显示的关键特征是浅沟槽隔离 (STI)、n型功函数金属 (WFM)、p型WFM、高k金属栅极 (HKMG) 和硅片宽度。

其余论文的结构如下：第2节重点介绍了关键的集成模块，并展示了高级流程流；第3节介绍了底部电介质隔离——它的需求、集成以及对器件性能的影响；第4节探讨了通道几何形状对器件性能的影响，特别是通道几何形状对空穴迁移率的影响；第5节讨论了在GAA纳米片FET中实现多阈值电压 (multi-VT) 的不同集成方法；第6节简要讨论了从规模化纳米片架构中提取价值所需的互连和电力输送网络的创新；最后，第7节讨论了超越GAA纳米片FET的晶体管行业的发展方向。

GAA纳米片FET的集成

GAA纳米片FET的集成涉及几个新步骤，需要一系列创新才能实现该技术。关键集成模块如下：堆叠纳米片的形成：在Si衬底上外延生长SiGe和Si叠层；每层厚度均可高精度控制。Fin reveal和STI：器件采用光刻方式定义，并执行浅沟槽隔离以隔离相邻器件。伪栅极形成：形成多晶硅伪栅极以实现下游加工。内间隔层和结形成：n型或p型源/漏外延层选择性地形成在暴露的纳米片末端的任一侧。替换金属栅极成型：虚拟门拉——虚拟门被蚀刻出来，露出一个空腔，在空腔底部放置纳米片；牺牲SiGe通道释放——纳米片之间的SiGe通道被蚀刻掉，使高k金属栅极填充；形成高k金属栅极 (HKMG) ——界面氧化物，高k介电层，n型或p型功函数被选择性沉积。

全底部介质隔离

本节将重点介绍所检查的全底部介质隔离 (BDI) 和穿通阻挡层 (PTS) 方案之间的比较。为了介绍这个问题，我们首先介绍GAA纳米片特有的“肥鳍”效应，其中工艺不理想会导致结构，导致纳米片以下体区的电容增加，如图3所示。虽然这种结构是GAA纳米片所特有的，但这种效应也称为sub-fin泄漏，存在于FinFET中，并使用穿通阻挡器方案来处理。因此，基于断态泄漏电流、短沟道效应和有效电容 (C_{eff}) 对PTS方案与新型BDI方案进行了比较；结果表明，BDI有可能提供改进的 C_{eff} 和功率性能联合优化。

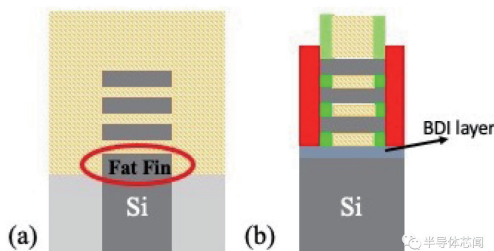


图3。(a) 描绘交叉鳍状切割的图显示由于工艺控制不佳导致高k金属栅极延伸超出底部板材。随着底部器件下方金属深度的增加，由于耦合有效度增加而导致的性能损失也会增加。(b) 显示由于源/漏区中的全底部电介质隔离 (FBDI) 而改进的工艺控制的图。

(1) 一体化集成

集成全底介电隔离需要在Si、SiGe纳米片堆栈的底部添加高浓度的SiGe层。添加这一层，然后选择性地蚀刻它，需要降低用于纳米片堆叠的SiGe层中的Ge浓度。这引入了Si和SiGe之间较低的选择性，导致在SiGe通道移除过程中Si的损失，需要仔细考虑堆栈厚度，以确保TSi在整个工艺流程结束时不会太薄。我们可以在图3b中看到BDI位于S/D区域下方。

(2) 实验

在44CPP器件中，研究了不同掺杂浓度的PTS方案和 $V_{ds}=0.7V$ 的全BDI方案，分析了它们的短通道特性和功率与性能的关系。

(3) 结果与讨论

如图4所示，全底介质隔离降低了断态泄漏电流和DIBL，从而提高了性能，降低了功耗。在使用BDI和不使用BDI的情况下，观察到功率下降了18%，性能提高了4%。在子通道泄漏控制方面，采用BDI的器件性能更好，对工艺变化也表现出更好的免疫能力。因此，全底部介电隔离可以被认为是实现性能良好的GAA纳米片场效应晶体管的关键因素。

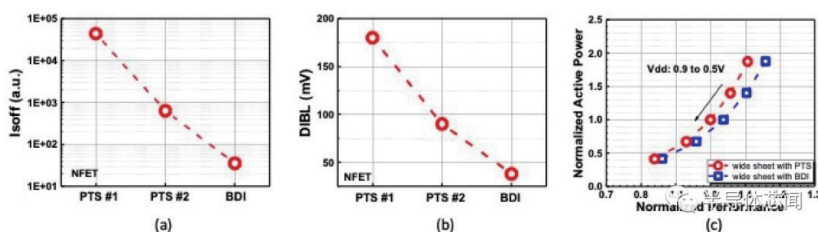


图4. 该图捕获了使用PTS方案和完整BDI的GAAFET的关键性能指标。

(a) 从 $L_g=12nm$ 器件的PTS和BDI分离中提取的 I_{soff} 。(b) 从 $L_g=12nm$ 器件的BDI和PTS分离中提取的DIBL。(c) 有和没有BDI层的宽片器件功率与性能相关图。

通道几何影响

在本节中，研究了电子和空穴的迁移率作为通道几何形状的函数，并观察到了载流子运输的“窄片效应”。TSi是一种旋钮，可以通过改善静电控制来实现未来 L_g 缩放需求。此外，在SOI和FinFET中， $TSi < 5nm$ 的量化效应变得更加严重，因此，对GAA-FET进行同样的研究是很重要的。

(1) 实验

由于 $\langle 100 \rangle$ 平面的空穴迁移率(μ_h)较低，该平面将主导GAA纳米片FET的空穴运输特性。为了研究 $\langle 100 \rangle$ 平面对空穴传输的影响，在 $\langle 100 \rangle$ 衬底上以 $\langle 110 \rangle$ 传输方向制备了纳米片器件。图5显示了实验中的透射电镜，本研究选择的通道长度为100nm。为了研究TSi对空穴迁移率的影响，采用外延生长不同厚度的硅片，并利用TEM测量TSi。

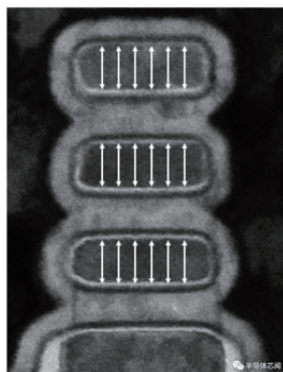


图5. GAA纳米片FET的TEM横截面。TSi沿 W_{sheet} 方向厚度均匀。

(2) 结果与讨论

如图6a所示, μ_h 的退化归因于TSi变薄后声子散射增加。在高场下, 如Ninvat1013, 迁移率主要受表面粗糙度的影响, 而峰值迁移率主要受声子散射的影响。因此, 流动性退化的影响在峰值流动性情况下更为深刻。然而, 如图6b所示, 这种流动性的退化被片宽 W_{sheet} 所抵消, 这主要受到 $\langle 100 \rangle$ 和 $\langle 110 \rangle$ 平面的贡献的影响。更宽的薄片对 $\langle 110 \rangle$ 平面的贡献更大, 从而提高了迁移率, 这表明声子散射和薄片几何形状都影响空穴迁移率。此外, 这种对 W_{sheet} 的依赖为GAA纳米片FET的功率和性能协同优化提供了额外的因素。

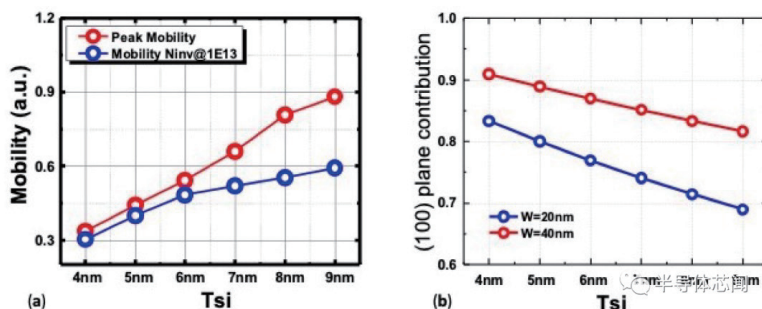


图6. (a) 该图显示了提取的峰值空穴迁移率和空穴迁移率在 $N_{inv}@1013/cm^2$ 作为硅通道厚度的函数。对于薄板值, 空穴迁移率的下降是明显的; (b) 计算的 $\langle 100 \rangle$ 平面对总 W_{eff} 的贡献是Tsi (整个纳米片周长的纯几何百分比) 的函数。

启用多个阈值电压

能够整合多个阈值电压(VT)是一项技术成为行业标准的关键要求。鉴于GAAFET的独特结构, 沉积功函数金属的空间是有限的, 替换金属栅极工艺仅使Si通道和内部间隔物之间的空间保持开放状态——根据技术要求填充功函数金属。这个空间, 也称为 T_{sus} (参见图2), 可以通过控制在纳米片堆栈开发模块期间生长的SiGe层的厚度来控制, 但仍然受到高度限制, 必须仔细设计以满足器件产品的行业标准。

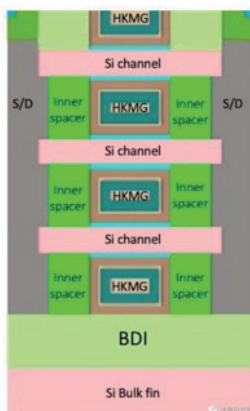


图7. 此图显示了S/D横截面的特写视图。这里high-k金属栅的宽度就是栅长 L_g , 而这个金属栅的垂直厚度由 T_{sus} 确定。此外, 突出显示了内部间隔和底部介电隔离。

(1) 一体化

提出了两种不同的方法来适应GAAFET中的多VT产品——(1) WFM修改和(2) T_{sus} 修改。图8给出了WFM修改的流程概述。VT调制的集成序列突出的挑战之一是, 当WFM在Si通道之间被夹断时, 大的 W_{sheet} 增加了WFM蚀刻的工艺挑战。为了克服这一点, 参考文献提出用易于蚀刻的牺牲材料填充片与片之间的空间, 选择性地打开其中一个FET, 蚀刻掉已经沉积的工作功能金属。该方案不确定p型或n型WFM, 并支持PG (p-FET优先) 和MY (n-FET优先) 方案。同样的过程可以重复来实现不同的功函数金属集, 或者实现具有两个以上WFM的不同堆栈。

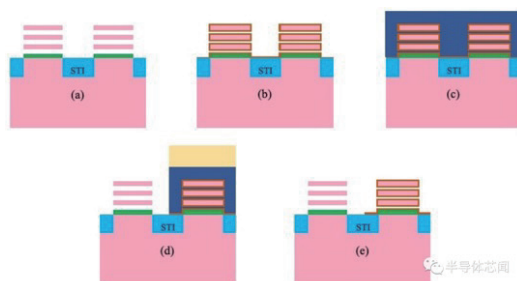


图8.在参考文献中给出了VT调制的一个例子。(a) SiGe沟道释放后的栅极区域；(b) WFM1沉积；(c) 牺牲材料沉积；(d) 沉积的WFM的选择性图案化和蚀刻；(e) 移除图案堆叠，导致沿着一组薄片形成具有WFM1的结构。

第二种方法需要在纳米片形成过程中通过改变沟道层外延厚度来改变 T_{sus} 。片间更大的空间允许在该空间中沉积更大体积的功函数金属，从而调节VT。与FinFET相比，这种设计按钮是GAA纳米片FET所特有的，因此，在这些纳米片FET中为多VT选项提供了更多的设计空间。无体积多阈值电压：无体积多VT是一个术语，定义为表示基于偶极子的VT选项，其中形成了厚度小于 5\AA 的偶极子，然后是基功函数金属。如引用的文献所示，这种创新方案提供了空间和栅极阻力方面的优势。然而，这种方法并不能直接从FinFET转化为GAA纳米片FET，因此参考文献中提出了专用的无体积VT集成。此外，无体积VT还有助于VT均匀性，这对晶体管的均匀开关很重要。

(2) 结果及讨论

使用新颖的集成序列和GAA纳米片FET的独特设计按钮创建了几种不同口味的VT- (a) T_{sus} 设计；和(b) WFM夹断。提出了一种基于偶极子的纳米FETVT结构。除了这些旋钮外，第4节中讨论的TSi设计还可以进行调制，以在移动性和短通道效应之间进行权衡。因此，总的来说，GAA纳米片FET为基于应用的优化提供了几个机会，因此它们适用于高功率和低功率应用。

当前的挑战

本文讨论了过去五年来环栅纳米片晶体管技术的一些前沿进展，并巩固了该领域的一些开创性工作。在本节中，将介绍文献中报道的这种技术的一些处理挑战。这些加工挑战可以大致分为四个方面：自热、制造过程中的机械稳定性、器件可变性和Si-SiGe混合。纳米级器件中的自热效应(SHE)会导致显著的热串扰，从而导致器件性能下降。研究已经探索了新的衬底，如硅上的金刚石，以提供改进的SHE，但这种方案不太可能在大批量制造中采用。因此，这个问题是值得探索和解决的。

纳米片制作中需要仔细考虑的一个方面是这些片在通道释放过程中的机械稳定性。虽然纳米片具有设计灵活性，但片的纵横比和内部间隔的机械完整性对这些片的整体稳定性起着重要作用。优化的另一个方面是器件的可变性，这可能由几个来源引起，包括但不限于线边粗糙度、栅边粗糙度、非均匀功函数金属沉积和随机掺杂剂波动。最近的一项研究分析了这些变异性，并提出了互补GAA纳米片FET结构的解决方案。最后，纳米片的初始Si-SiGe堆栈本身在通道释放步骤之前经过多次热循环时容易发生热混合。已经有一些研究研究了这种混合的程度和这种扩散的机制。只要SiGe通道能选择性蚀刻Si通道板，且Si通道板不因Si-SiGe混合而过度蚀刻，这种效果是可以容忍的。

未来的前景

在电力输送领域，一个有趣的提议是埋入式电源轨道(BPR)，它建议将电源轨道移动到晶体管器件的下方，从而为路由灵活性提供正面区域，并减少导体拥挤。然而，这种方案的运行路径很短，因为设备之间的模式要求将限制接触聚pitch(CPP)缩放。为了克服这一限制，人们提出了后端电力传输网络(BSPDN)的概念，并在最近的硬件演示中验证了其可行性。然而，这种新模式带来了一些技术挑战，例如背面图案，正面

结构与背面结构之间的对齐，以及晶圆背面的晶圆变薄。如果整个行业都认为这是正确的方向，那么工具供应商和设备制造商就有巨大的创新机会来大规模应用这项技术。

即将实现的

尽管该行业克服了目前的挑战，将GAA纳米FET推向市场，但研究人员已经在思考纳米FET之外的问题。继续摩尔定律缩放的主要竞争者是垂直传输FET (VTFET) 和堆叠晶体管。VTFET将载流子传输方向从传统的水平方向改变为垂直方向，从而放宽了栅极长度(Lg)、间隔层厚度和触点尺寸等阻垢障碍的限制；所有这些都可以根据应用程序优化功率或性能。堆叠晶体管通过将nFET和pFET晶体管相互堆叠来提供更传统的缩放路径，从而提供面积优势。然而，这两种技术都提出了一些新的集成和制造挑战，这些挑战可能会在后面进行回顾。

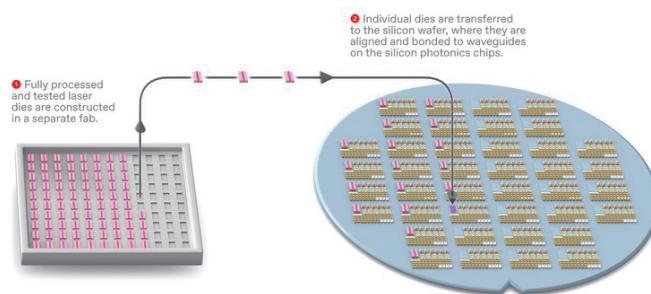
展望不久的将来，有大量的新材料工作，以使2-D晶体管成为可能。二硫化钼(MoS₂)是此类技术的主要竞争者之一，其基于迁移率、接触电阻和掺杂的性能不断提高。在很长一段时间里，石墨烯是另一个强有力的竞争者，在过去的十年里，文献已经报道了这种晶体管的性能不断提高。氧化铟是宽间隙半导体材料的另一个竞争者。尽管这些技术很有前途，但由于晶圆代工工厂要大规模制造这种晶体管，新设备的成本很高，因此它们存在固有的进入壁垒。因此，随着现有和新行业对晶体管的需求不断增长，硅基晶体管将在未来几十年继续扩大规模。

(来源:半导体芯闻)

把激光集成到芯片上的方法

光子集成电路，将一系列光电功能组合在一块芯片上，在日常生活中越来越常见。它们被用于连接数据中心服务器机架的高速光收发器，包括用于传输IEEE Spectrum网站的高速光收发器，用于保持自动驾驶汽车在轨道上的激光雷达，用于发现大气中的化学物质的光谱仪，以及许多其他应用。所有这些系统都变得越来越便宜，在某些情况下，通过使用硅制造技术制造大部分集成电路，在经济上已经变得可行。工程师们已经能够在硅光子芯片上集成几乎所有重要的光学功能，包括调制和检测的基本功能，除了一项：发光。硅本身不能有效地做到这一点，所以由所谓的III-V材料制成的半导体，以其成分在周期表上的位置命名，通常用于制造单独封装的组件来发光。

如果你可以在你的设计中使用外部激光二极管，那就没有问题。但最近有几个因素促使工程师们将激光与硅光子学集成起来。例如，可能没有空间放置单独的光源。植入体内用于监测血糖水平的微型设备可能会面临这个问题。或者应用程序的成本可能需要更紧密的集成：当你可以在一块硅片上安装数百或数千个激光器时，你最终将获得比需要连接单独芯片更低的成本和更高的可靠性。有很多方法可以实现激光和硅的这种更紧密的集成。在位于比利时的纳米电子研发中心Imec工作，我们目前正在推行四种基本策略：倒装芯片加工、微转移印刷、晶圆键合和单片集成。以下是关于这些方法如何工作、它们的可扩展性和成熟度水平以及它们的优缺点的指南。

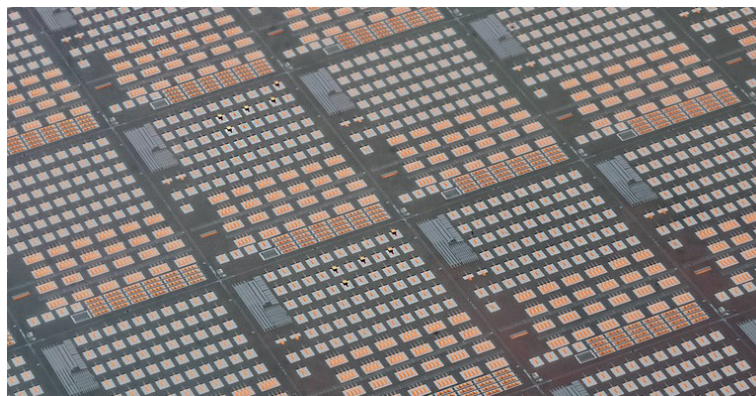


▲ 在倒装芯片键合中，激光芯片[左]被单独转移并键合到硅光子晶圆上。

倒装芯片集成

将激光器直接集成到硅晶圆上的一种直接方法是芯片封装技术，称为倒装芯片工艺，顾名思义。芯片的电气连接在顶部，最上层的互连终止于金属焊盘。倒装芯片技术依赖于连接到这些焊盘上的焊球。然后将芯片翻转过来，使焊料与芯片封装上的相应焊盘对齐（或者在我们的例子中是另一个芯片上）。然后焊料熔化，将芯片粘合到封装上。当试图将激光芯片键合到硅光子芯片时，这个概念是相似的，但更为严格。边缘发射激光器在晶圆上进行全面加工，切割成单独的芯片，并由供应商进行测试。然后使用高精度版本的倒装芯片工艺将单个激光芯片键合到目标硅光子晶圆上，一次一个激光芯片。困难的部分是确保边缘发射的激光输出与硅光子芯片的输入对齐。我们使用称为对接耦合的工艺，其中激光器放置在硅的凹陷部分，因此它横向邻接硅光子波导的蚀刻面。为此，倒装芯片工艺需要在所有三个维度上都达到亚微米级的对准精度。在过去的几年里，已经开发出专门的倒装芯片焊接工具来完成这项工作，我们和我们的合作者和开发伙伴已经使用它们来优化组装过程。利用使用机器视觉来保持精确对准的先进拾取和放置工具，我们可以在短短几十秒内放置和键合精度优于 500 纳米的激光设备。

2021 年，我们还建立了晶圆级硅光子工艺，以提高这一性能。它将机械对准基座和更精确蚀刻的对接耦合接口添加到硅芯片上，以实现优于几百纳米的垂直对准。使用这些技术，我们在 300 毫米硅光子晶圆上组装了某些激光设备。我们很高兴地看到，来自每个设备的 50 毫瓦激光中有多达 80% 被耦合到与其相连的硅光子芯片中。在最坏的情况下，整个晶圆上的耦合度仍然在 60% 左右。这些结果可与主动对准实现的耦合效率相媲美，主动对准是一个更耗时的过程，其中来自激光器本身的光用于引导对准过程。倒装芯片方法的一个显着优势是配对芯片类型的简单性和灵活性。因为它们可以在现有的生产线上生产，附加工程有限，所以它们每个都可以从多个制造商处采购。而且，随着市场需求的增加，越来越多的供应商提供倒装芯片组装服务。另一方面，该过程的顺序性质——每个激光芯片都需要单独拾取和放置——是一个重大缺陷。从长远来看，它限制了制造吞吐量和大幅降低成本的潜力。这对于成本敏感的应用（如消费产品）以及每个芯片需要多个激光设备的系统尤为重要。

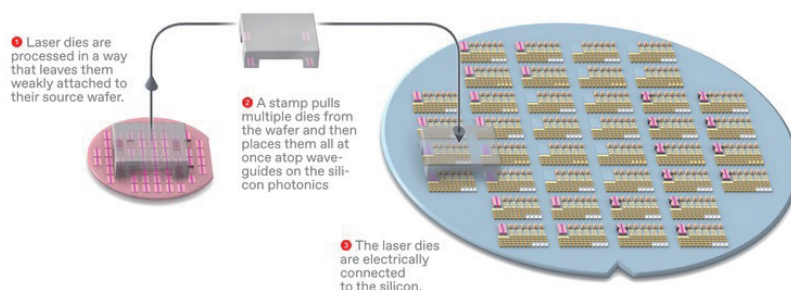


▲ 使用倒装芯片方法的高精度版本将激光芯片连接到硅光子芯片上。

微转印

微转移印刷消除了对接耦合的一些对齐困难，同时还加快了组装过程。与倒装芯片工艺一样，发光器件生长在 III-V 族半导体基板上。但有一个很大的不同：III-V 晶圆没有被切割成单独的芯片。相反，晶圆上的激光器被底切，因此它们仅通过小系绳连接到源晶圆。然后用类似墨水印章的工具将这些设备一起捡起来，打破系绳。然后，印模将激光器与硅光子晶圆上的波导结构对齐，并将它们粘合在那里。倒装芯片技术使用金属焊料凸点，而微转移印刷使用粘合剂，甚至可以仅靠分子键合，这依赖于两个平面之间的范德华力，将激光固定到位。此外，硅光子芯片中光源和波导之间的光学耦合通过不同的过程发生。该过程称为渐逝耦合，将激光器放置在硅波导结构的顶部，然后光“渗入”其中。虽然以这种方式传输的功率较少，但渐逝耦合比对接耦合要求的对准精度低。具有更大的对齐容差使该技术能够一次传输数千个设备。因此，原则上它应该允许比倒装芯片处理更高的吞吐量，并且是要求在每单位面积上集成大量 III-V 族组件的应用的理想选择。

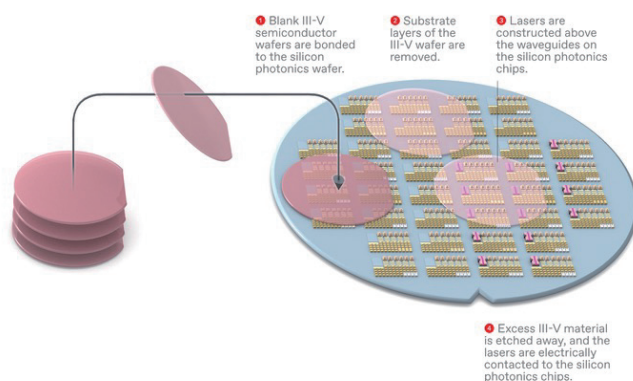
尽管转印是制造 microLED 显示器的既定工艺，例如许多增强现实和虚拟现实产品所需的显示器，但尚未准备好打印激光或光学放大器。但我们到了那里。去年，Imec 成功地使用转移印刷将此光源连接到包含硅光子波导、高速光调制器和光电探测器的晶圆上。我们还印刷了可调谐超过 45nm 波长的红外激光器和适用于基于芯片的光谱系统的高脉冲能量设备。这些只是为了演示目的而制作的，但我们没有看到这种方法无法以高产量取得良好结果的根本原因。因此，我们预计该技术将在几年内准备好部署到生产线上。



- ▲ 在微转移印刷中，激光芯片[红色矩形，左]在其自己的晶圆上固定到位。
邮票[浅灰色]一次拾取多个激光器并将它们放置在硅光子晶圆上。

晶圆键合

将发光元件与其硅光子学伙伴精确对齐是我们讨论的两种技术的关键步骤。但是有一种技术，一种称为 III-V 族硅晶圆键合的技术，找到了解决方法。该方案不是将已构建的激光器（或其他发光组件）转移到经过处理的硅晶片，而是将 III-V 族半导体的空白芯片（甚至小晶片）粘合到该硅晶片。然后，您可以在已有相应硅波导的地方构建所需的激光设备。在转移的材料中，我们只对结晶 III-V 材料的薄层感兴趣，称为外延层。因此，在与硅晶圆键合后，其余材料将被去除。可以使用标准光刻和晶圆级工艺在与底层硅波导对齐的外延层中制造激光二极管。然后蚀刻掉任何不需要的 III-V 材料。英特尔的工程师在过去十年中开发了这种方法，并于 2016 年推出了第一个用它构建的商业产品——光收发器。这种方法允许高吞吐量集成，因为它可以同时并行处理许多设备。与转印一样，它在 III-V 族和硅材料之间使用渐逝耦合，从而产生高效的光学界面。III-V 族与硅晶圆键合的一个缺点是您需要大量投资来建立一条生产线，该生产线可以使用用于制造 200 毫米或 300 毫米的硅晶圆的工具来处理 III-V 族工艺步骤毫米直径。这种工具与激光二极管铸造厂中使用的工具非常不同，后者的典型晶圆直径要小得多。



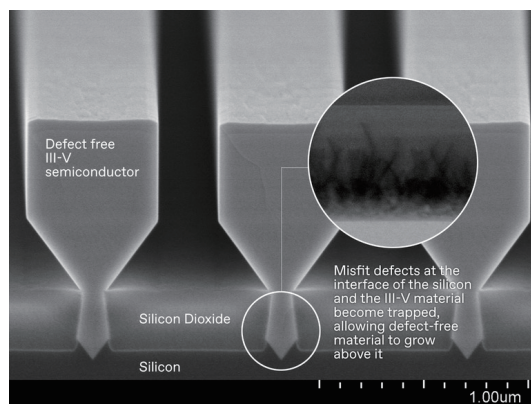
▲ 在芯片到晶圆键合中，III-V族半导体[粉红色]的空白片被键合到已经处理过的硅光子晶圆上。III-V族材料在硅波导上方加工成激光器。然后蚀刻掉其余的III-V材料。

单片集成

将所涉及的两种不同材料结合起来的理想方法是直接在硅上生长 III-V 族半导体，这种方法称为单片集成。这将消除任何粘合或对齐的需要，并且将减少浪费的 III-V 材料的数量。但要使这种策略切实可行，必须克服许多技术障碍。因此，Imec 和其他地方继续朝着这个目标进行研究。该研究的主要目的是创造具有低缺陷密度的结晶 III-V 材料。根本问题在于，硅中原子的晶格间距与感兴趣的 III-V 族半导体中原子的晶格间距之间存在相当大的不匹配——超过 4%。由于这种晶格失配，在硅上生长的每个 III-V 层都会产生应变。仅添加几纳米的 III-V 薄膜后，晶体中就会出现缺陷，从而释放累积的应变。这些“失配”缺陷沿着穿透整个 III-V 层的线形成。这些缺陷包括开路晶体键线和局部晶体畸变，这两者都会严重降低光电器件的性能。

为防止这些缺陷破坏激光器，必须将它们限制在远离设备的地方。这样做通常涉及铺设一层几微米厚的 III-V 材料，在下面的失配缺陷和上面的无应变区域之间形成一个巨大的缓冲区，激光设备可以在那里制造。加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校的研究人员报告了使用这种方法取得的出色进展，展示了具有可靠寿命的高效砷化镓基量子点激光器。然而，这些实验只是在小规模上进行的。将该技术扩展到工业中使用的 200 或 300 毫米晶圆将很困难。添加厚缓冲层可能会导致各种机械问题，例如 III-V 薄膜内部出现裂纹或晶圆弯曲。此外，由于有源器件位于如此厚的缓冲层之上，因此很难将光耦合到硅基板中的下方波导。

为了规避这些挑战，Imec 引入了一种称为纳米脊工程或 NRE 的单片集成新方法。该技术旨在迫使缺陷在如此有限的空间中形成，以便可以在与底层硅的界面上方略高于 100nm 处构建工作设备。NRE 使用一种称为纵横比陷印的现象将缺陷限制在小区域。它首先在二氧化硅绝缘体层内形成又窄又深的沟槽。在沟槽底部，也就是绝缘体与硅接触的地方，一条凹槽切入硅中，使空隙的横截面呈箭头形。然后在沟槽内生长一层薄薄的 III-V 族晶体，应变引起的失配缺陷被有效地捕获在沟槽侧壁，防止这些缺陷线穿透得更远。填充沟槽后，继续生长以在沟槽上方形成更大的 III-V 族材料纳米脊。该纳米级脊中的材料完全没有缺陷，因此可用于激光设备。大多数关于单片集成的研究都是在改进单个设备和确定其故障原因的层面上进行的。但 Imec 已经在展示与该技术的完整晶圆级集成方面取得了实质性进展，在 300 毫米硅试产线上生产了高质量的基于 GaAs 的光电二极管。下一个里程碑将是基于与光电二极管类似设计的电泵浦激光器的演示。Nanoridge 工程仍在实验室中进行开发，但如果成功，无疑将对这个行业产生巨大影响。



▲ Nanoridge engineering在硅中特殊形状的沟槽中生长适用于激光的半导体。沟槽的形状将缺陷[插图]置于激光器构造区域的下方。

硅激光器的前景

在接下来的几年里，这里讨论的每一种方法都肯定会取得进一步进展。我们预计它们最终将共存以满足不同的应用程序需求和用例。相对适中的安装成本和倒装芯片激光器组件的准备就绪将使近期产品成为可能，并且对于每个光子 IC 只需要一个或几个激光器的应用特别有吸引力，例如数据中心使用的光收发器。此外，这种方法固有的灵活性使其对需要非标准激光波长或不常见的光子技术的应用具有吸引力。对于每个光子 IC 需要多个激光器或放大器的大批量应用，转移印刷和芯片到晶圆键合提供更高的制造吞吐量、更小的耦合损耗，并有可能进一步降低成本。因为这里的设置成本要高得多，所以适合这些技术的应用程序必须有很大的市场。最后，硅上的直接 III-V 族外延，例如 NRE 技术，代表了激光集成的最高水平。但我们和其他研究人员必须在材料质量和晶圆级集成方面取得进一步进展，才能释放其潜力。

（来源：半导体行业观察）

金刚石半导体的脚步越来越靠近半导体产业链

金刚石半导体具有优于其他半导体材料的出色特性，因此被誉为“终极功率半导体”。基于业界长期的研发活动，如今金刚石半导体已经开始逐步迈向实用化。但要真正普及推广金刚石半导体的应用，依然需要花费很长的时间，不过已经有报道指出，最快在数年内，将会出现金刚石材质的半导体试作样品。业界对金刚石半导体的关注程度越高，越易于汇集优势资源、加速研发速度。

由日本的研究机构引领的金刚石半导体

如下表所示，金刚石在禁带宽度 (Band Gap)、电子迁移度、热传导率等诸多方面远远出色于其他半导体材料。与已经实现商用的碳化硅 (SiC)、氮化镓 (GaN) 相比，金刚石具有出色的特性，因此被誉为“终极半导体材料”。此外，由于金刚石材料具有较好的抗辐射性，因此也有望被应用于还未推广使用半导体的太空领域。另外，不仅是半导体，金刚石也可应用于量子传感器。随着量子计算机研发活动的推广，越来越多的大学和研发机构在推进金刚石的研发。主要是日本的研究机构在引领金刚石半导体的研发工作。在1980年—2000年期间，日本无机材质研究所（如今的“NIMS”）、日本产业技术综合研究所（以下简称为：“产总研”）创造了诸多成果，如结晶合成法、制作了p型半导体、n型半导体等。尤其是日本产综研的研发内容一应俱全，如金刚石结晶的生长、晶圆的制造、二极管和晶体管等元件的研发，即使是今天，产综研的研发水平也是首屈一指。不过，迄今为止的研发活动都是仅限于实验室内的验证工作，并且并未研发出可用于电子线路、设备的实际半导体。

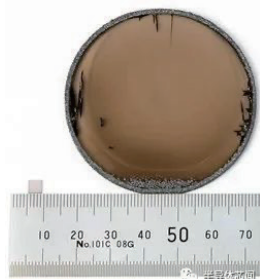
	硅 (Si)	碳化硅 (SiC)	氮化镓 (GaN)	金刚石
禁带宽度 (eV)	1.1	3.1	3.45	5.45
绝缘破坏电场 (10 ⁵ V/cm)	3	30	>30	>100
电子迁移度 (cm ² /Vs)	1500	1140	1250	4500
热传导率 (W/cmK)	1.5	4.9	1.5	2

晶圆厂家的进步促进研发

金刚石半导体研发被限制的主要原因之一是金刚石晶圆的直径尺寸过小,无法满足需求。产总研下属企业——EDP株式会社(日本大阪府丰中市,以下简称为:“EDP”)自2009年创业之初就以扩大晶圆尺寸为使命,长期以来在半导体行业一直默默无闻、研发新技术,以促进企业增长。企业状况的好转源于宝石(钻石)市场的兴起。作为饰品的钻石,一般以天然钻石受人们欢迎,而人造钻石的价值较低。在2015年——2019年期间,大型钻石厂家赋予人工钻石以高昂的价值,从而使饰品类人工钻石的市场迅速扩大。而EDP公司的单晶金刚石作为晶种,需求骤增,成为了企业增长的“催化剂”。因此,2022年EDP成功上市,并获得了可以保证半导体晶圆研发的资源基础。由于全球经济情况直接影响用作饰品的金刚石市场,因此EDP公司近期的业绩一直低迷。但是,中长期来看,考虑到发展中国家的环境保护问题、劳动者权利保护问题等因素,天然钻石转为人工钻石这一趋势是不会变化的,EDP公司作为半导体方向金刚石的支撑性企业,其地位会越来越重要。此外,Orbray株式会社(总部:日本东京都足立区,2023年1月更名为“Orbray”,中文名:奥比睿有限公司,以下简称为:“Orbray”)也在积极推进金刚石材质的晶圆业务。“Orbray”研发了一种以蓝宝石(Sapphire)为衬底,异质外延生长(Heteroepitaxial Growth)金刚石晶圆的生产方法,如今已经成功制造出直径为2英寸的晶圆。目标是未来生产出4英寸、6英寸的晶圆。此外,除了半导体应用方向外,“Orbray”还在利用其它生长方法研发用于量子计算机的超高纯度晶圆,并以实现商用为目标。半导体晶圆的研发工作、扩充产能工作目前都处于发展阶段,“与以往相比,现在更容易获得用于研发的晶圆”(金刚石半导体研发技术员)。如今,如果某位研究员对研发型晶圆抱有兴趣,即可轻松获得实物,与以往相比,已有明显的进步。

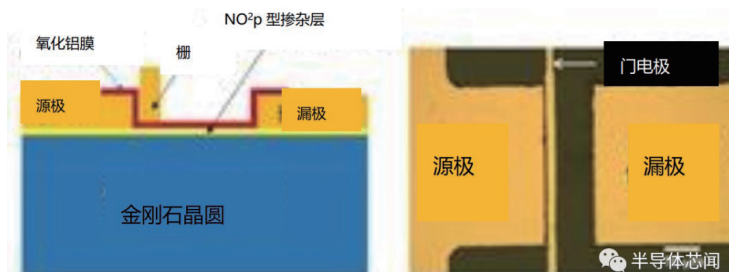
越来越多的单位在推进金刚石半导体的实用化

如今,已经有越来越多的单位正在将金刚石半导体从研发阶段推向实用化。日本佐贺大学的嘉数诚教授已经对研发金刚石半导体研发了二十多年。大概五年前,嘉数诚教授了解到“Orbray”的金刚石晶圆,并认识到可以用作研发,从此双方开启了共同研发之路。2022年5月,双方利用2英寸晶圆,研发出了输出功率为875MW/cm²(为全球最高)、高压达2568V的半导体。就此次研发成果而言,作为金刚石半导体其性能首屈一指,而且,从半导体的性能来看,仅次于美国麻省理工学院(Massachusetts Institute of Technology,简称为:“MIT”)利用氮化镓(GaN)实现的成果。嘉数诚教授认为,必须要将对半导体的验证工作从研发阶段推向实用阶段,并提出了五年内研发出金刚石晶体管的目标。此外,嘉数诚教授还在和封装(Packaging)、键合(Bonding)等周边技术相关的企业共同推进研发,同时也在测定晶体管的寿命、以验证其长期信赖性。此外,嘉数诚教授还计划通过试做功率电子线路,以验证其工作情况。此外,日本产总研也在有效利用其长期积累的“一条龙”式(从结晶生长、晶圆加工,到制成芯片)的技术经验,以推进芯片的实用化。其目标是利用大面积芯片(Chip)实现现有芯片所要求的性能(如电流值、电压值等)。其方针是晶圆、芯片同时“两手抓”。



▲ “Orbray”研发的2英寸金刚石晶圆

2022年8月,诞生了一家以“实现金刚石半导体实用化”为业务目标的初创型企业,即日本早稻田大学下属的Power Diamond Systems(简称为:“PDS”)。该公司的目标是把金刚石半导体行业的先驱——川原田洋教授的研发成果推向实用化。川原田教授曾利用金刚石半导体的基础技术(氢终端表面),研发了金刚石场效应晶体管(FET),并为业界熟知。川原田教授的研发成果成为了PDS公司的核心技术,但PDS公司还计划与外部企业合作共同进一步进行研发,而不是单纯的“闭门造车”。PDS计划诸多企业(如晶圆厂家、功率半导体厂家、电气设备厂家等)、大学、研发机构合作,以实现金刚石半导体的实用化。PDS的目标是构筑一个从材料、芯片,到系统的完整生态系统,以实现该司成为业界“主角”的目标。虽然PDS公司刚成立半年之余,已经与日本国内诸多大型企业、研发机构构筑了良好的合作关系。并且计划在数年内发布试作品,然后在1年——2年后研发功率电子线路相关的系统。



▲ 嘉数诚教授研发的全球性能最高的金刚石半导体

能否与大企业合作是实现实用化的关键所在

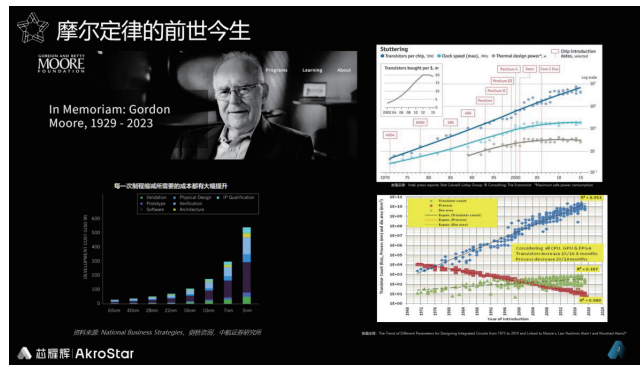
针对金刚石半导体的实用化和潜力,PDS的首席执行官(CEO)——藤岛辰也先生表示:“日本有很多企业在功率半导体、高频元件等领域拥有丰富的生产实绩”。接下来的任务是能否与大型企业展开合作。不过令人遗憾的是,从以往的研发过程来看,企业方面似乎不是很积极参与。有研究人员表示:“在学会等研发成果发布会现场,企业的工程师表现出了极大的兴趣,但是这都与业务没有直接联系。”真要实际实现商业化,至少还需要十年左右的时间,且研发成果也无法直接、迅速地带来利润,因此企业才一直犹豫不决。但是,仅靠大学和研发机构是无法实现真正的社会面应用的。此外,海外企业的研发速度之外着实令笔者惊讶。在笔者的采访中曾发现,针对日本研发人员的研发项目,台湾地区、中国大陆地区企业研发人员提出了合作研发的申请。面对当下严峻的地政学风险,日本的研发人员应该谨慎对待与海外的合作。不过,由于日本企业不愿意关注,借助海外企业的力量推进研发也是不可避免的。与已经实现实用化的碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)等半导体相比,金刚石半导体在社会面、国家层面的关心程度都不够高。正是因为日本国内已经有数家单位开始为推进金刚石半导体的实用化而迈出关键的一步,作为政府和企业更应该尽快行动。

(来源:半导体芯闻)

中国Chiplet的机遇与挑战及芯片接口IP市场展望

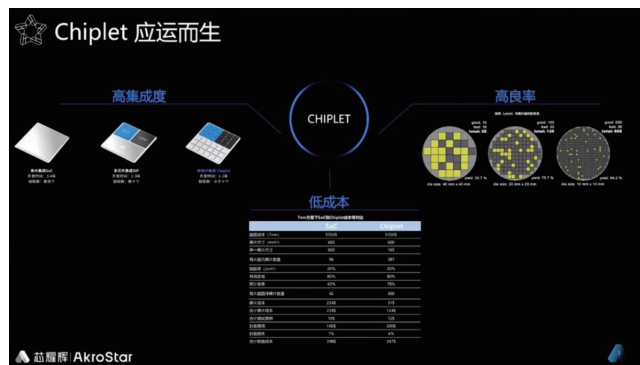
摩尔定律失效,芯片性能提升遇瓶颈

在探讨Chiplet(小芯片)之前,摩尔定律是绕不开的话题。戈登·摩尔先生在1965年提出了摩尔定律:每年单位面积内的晶体管数量会增加一倍,性能也会提升一倍。这意味着,在相同价格的基础上,能获得的晶体管数量翻倍。不过,摩尔先生在十年后的1975年,把定律的周期修正为24个月。至此,摩尔定律已经影响半导体行业有半个世纪。

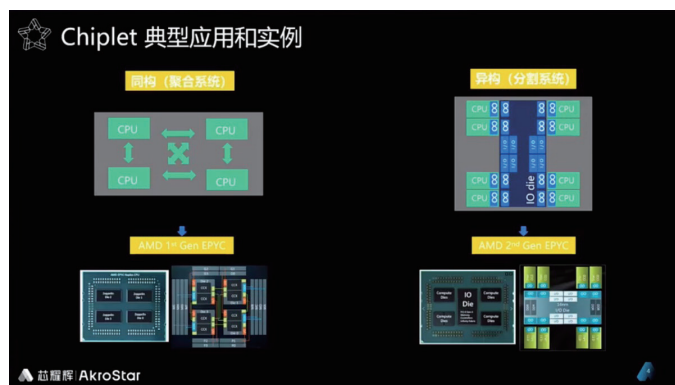


随着集成电路技术的不断演进，半导体行业发现摩尔定律在逐渐失效。上图右上部分是英特尔x86 CPU 1970-2025年的演化历史，可看出每颗芯片的晶体管数量持续增加（右上深蓝色线条），但时钟速度（右上天蓝色线条）和热设计功耗（右上灰色线条）自2005年之后就变化不大。与此同时，受先进工艺高成本支出的影响，晶体管成本降幅在2012年后趋缓，甚至越往后还有成本增加的趋势。从上图右下的统计数据可看出，芯片制程在持续微缩和演进，晶体管数也在相应的增长。在2019年以前，单芯片晶体管数量和工艺几何尺寸演进，一直与摩尔定律高度相关。因为单位面积内的晶体管数量，每一周期就会增加一倍，所以在理想情况下，Die的尺寸可保持不变。但是据右下绿色标识的区域显示，可以看到单芯片Die尺寸在日趋增大，这也从另一个角度说明，单芯片晶体管数量的增加，也有Die增大的原因所致。由于Die尺寸的增长，受光罩尺寸、工艺良率等因素制约，这代表通过加大Die Size来提升单芯片算力已经越来越困难。总而言之，随着集成电路技术的发展和演进，每24个月已经很难让单位面积内的晶体管数量翻倍。这意味着，现在芯片性能的提升遭遇了瓶颈，性能无法单纯由工艺技术驱动，也需要由架构创新来驱动。因此，业界必须找到新的解决方案。

Chiplet帮助芯片生产降本增效

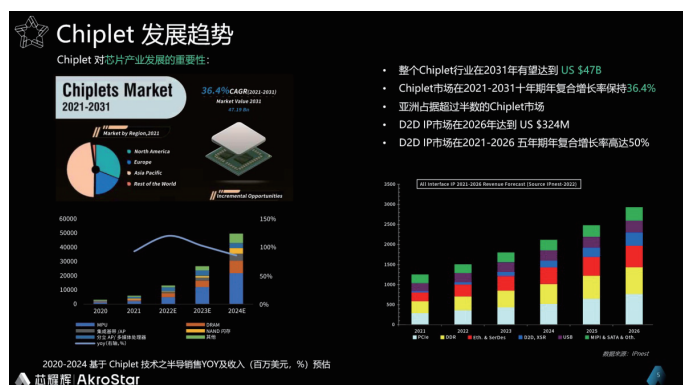


在摩尔定律逐渐失效的情况下，Chiplet技术在半导体行业应运而生。整体来看，Chiplet具备高集成度、高良率、低成本三大特点，它被视为延续摩尔定律的关键技术。Chiplet通过多个芯片的片间集成，可以突破传统单芯片的上限，进一步提高芯片的集成度。比如，左上图的单片集成的SoC是通过统一工艺制程，导致芯片上各个部分都要同步进行迭代，其开发时间长达三至四年，缺陷数量可达数百个。左上图的单独IP集成Chiplet通过将不同的功能切开，再对部分单元的工艺做选择性迭代，迭代裸片后可制造出下一代产品，这样就能加速产品的上市周期。Chiplet芯片集成应用较为广泛和成熟的裸片，就有效降低了Chiplet芯片研制风险，也减少了重新流片和封装的次数，进而能为芯片企业节省研发投入。Chiplet可以提升复杂SoC芯片的良率，该方案将复杂SoC芯片分成更小的芯片。单芯片的面积越大其良率越低，它对应的芯片制造成本也就越高，芯片设计成本也会随着制程的演进而成本增长，切割小芯片可有效降低芯片设计成本。此外，在SoC设计中，模拟电路、大功率IO对制程并不敏感，不需要太高端的芯片制程，可将SoC中的功能模块，划分成单独的Chiplet，针对功能来选择合适的制程，从而让芯片实现最小化，提高芯片的良率、降低芯片成本。



Chiplet有两个常见的应用案例：同构（聚合系统）和异构（分割系统）。同构是通过高速接口和先进的封装技术，适用于CPU、TPU、AI SoC等，这种方式是将多个Die紧密相连，以相同的Die设计实现计算能力的扩展，其接口要求低延迟和低误码率；异构是将芯片按功能拆分，先进制程的Die提供高算力和性能，成熟制程的Die负责常规或者特色的功能，这些不同制程的Die被封装在一起。通过高速接口和先进封装技术，把多颗Die融合在一颗大芯片内，以此来实现算力的扩展，这适用于CPU、FPGA、通信芯片等产品。同时，Chiplet也对接口提出了标准化、兼容性、可移植性的要求，要具备低延时和低误码率的优势，厂商选择接口时还需考虑生态系统问题。Chiplet可提升大芯片设计良率，降低芯片研发的风险，缩短芯片的上市时间，还可增加芯片产品组合，延长产品生命周期。因此，它被视为有效延续摩尔定律的新方式。

Chiplet的发展趋势及生态布局

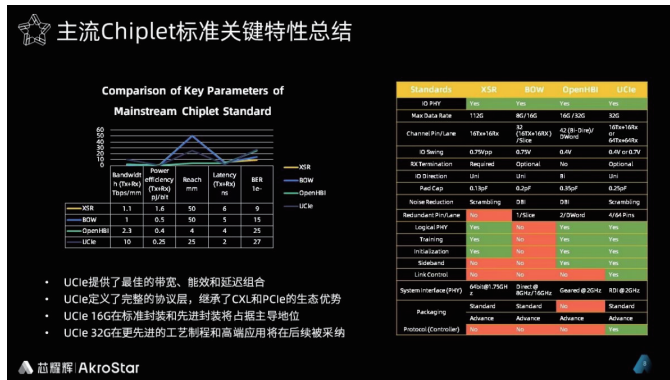


Chiplet应用在芯片中的时间还不长，但自2020年开始其发展就非常快，年复合增长率达到36.4%。预测到2031年，全球Chiplet行业市值有望达到470亿美元（上图左边）。因为Chiplet把芯片切分成不同的小芯片并互联，所以相关接口IP市场也有新的需求。上图右边是各类传统接口IP市场的发展趋势，蓝色方块体现了小芯片互联接口IP的趋势。虽然小芯片互联接口IP的发展时间较短，但是其增长速度最为迅猛，预计从2021年到2026年，年复合增长率会高达50%。至2026年，全球产值将达3.2亿美元。

Chiplet技术需要切分、堆叠整合，该技术将推动芯片产业链的变革。曾克强预测，Chiplet的发展将分为几个阶段：2023年之前的两三年是Chiplet生态早期阶段，芯片公司对芯片进行分拆，并寻找先进封装组合，各家都按自己的定义协议来做产品，该阶段并未形成统一的标准。进入到2023年，随着工艺制程进入3纳米接近物理极限，摩尔定律失效越来越明显，而摩尔先生的去世，似乎也在印证旧时代正在落幕。与此同时，属于Chiplet的新时代正在开启。设计厂商对自己设计的Chiplet进行自重用和自迭代，同时工艺逐渐成型，互联标准日趋统一。预计到2027年，Chiplet生态将进入成熟期，真正进入IP硬化时代。届时，会诞生一批新公司：Chiplet小芯片设计公司、集成小芯片的大芯片设计公司、有源基板供应商、支持集成Chiplet的EDA公司。

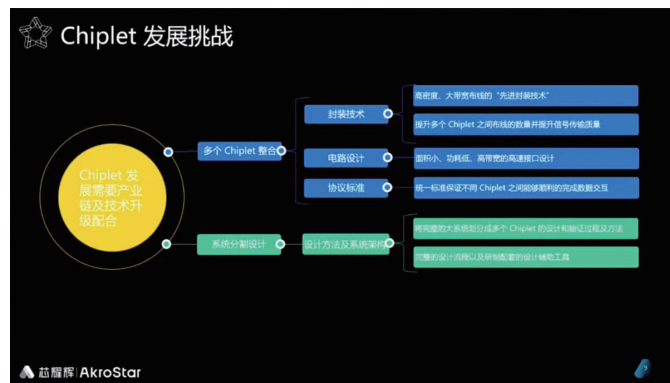


主要有四个重要角色参与Chiplet生态链:EDA供应商, IP厂商, 封装厂, Fab厂。尤其对于IP供应商而言, 基于IP复用的模式, 设计能力较强的IP供应商有潜力演变为Chiplet供应商。而IP供应商也需要具备高端芯片的设计能力, 以及多品类的IP布局 and 平台化的运作能力, 以上都对IP供应商提出了更高的要求。又由于Chiplet加入了更多的异构芯片和各类总线, 相应的EDA覆盖工作就变得更加复杂, 需要更多的创新功能。国内EDA企业需要提升相关技术, 应对堆叠设计带来的诸多挑战, 例如对热应力、布线、散热、电池干扰等的精确仿真, 在封装方面需要2.5D和3D先进封装技术支持, 同时Fab方面也需要相关技术的支持。



经过了几年的发展, 国际上出现了一些Chiplet标准, 主流标准包括XSR、BOW、OpenHBI、UCIe (详见上图右表)。右表中的绿色代表技术优势, 红色代表劣势。可以看出UCIe标准在多个角度都占据优势, 它定义了逻辑PHY、训练机制、初始化序列、边带和链路控制。此外, 它还重用了成熟的PCIe和CXL生态系统, 这将加快这一新标准的采纳, 并得到代工厂、封装厂、无晶圆厂和系统公司的支持。从左侧的图表中可以看出, UCIe提供了最高带宽、最佳能效比和最低延迟的最佳组合。具体来看, UCIe定义了完整的协议层, 继承了CXL和PCIe生态系统的优势。UCIe 16G将主导标准封装和先进封装行业, UCIe 32G将在更先进封装工艺和高端应用方面将被采纳。

如何解决Chiplet面临的挑战



Chiplet的发展刚起步不久,还面临着非常多的挑战,它需要产业链及技术升级配合。这些挑战主要分为两大类:上图蓝色部分展示的是多个Chiplet堆叠整合的挑战,绿色部分是怎么系统分割设计方面的挑战。堆叠整合往下还细分为封装技术、电路设计、协议标准三方面的挑战。

首先,Chiplet技术把单个大硅片“切”成多个小芯片,再把这些小芯片封装在一起,单颗硅片上的布线密度和信号传输质量远高于不同小芯片,这就要求必须要发展出高密度、大带宽布线的先进封装技术,尽可能提升在多个Chiplet之间布线的数量并提升信号传输质量。Intel和台积电都已经有了相关的技术储备,通过中介层(Interposer)将多个Chiplet互连起来,目前这些技术仍在不断演进中,并在不断推出更新的技术。其次,用于Chiplet之间的高速通信接口电路设计。Chiplet之间的通信虽然可以依靠传统的高速Serdes电路来解决,甚至能完整复用PCIe这类成熟协议。但这些协议主要用于解决芯片间甚至板卡间的通信,在Chiplet之间通信用会造成面积和功耗的浪费。再次,通信协议是决定Chiplet能否“复用”的前提条件。Intel公司推出了AIB协议、TSMC和Arm合作推出LIPINCON协议,但在目前Chiplet仍是头部半导体公司才会采用的技术,这些厂商缺乏与别的Chiplet互联互通的动力。目前,UCIe联盟最重视协议,如果实现了通信协议的统一,IP公司就有可能实现从“卖IP”到“卖Chiplet”的转型。先进封装解决了如何“拼”的问题,更重要的是要解决如何“切”的问题。英伟达在决策下一代GPU要采用Chiplet技术时,思考和验证如何把完整的大芯片设计划分成多个Chiplet,这其实是设计方法学的初步体现。要让基于Chiplet的设计方法从“可用”变为“好用”,需要定义完整的设计流程,以及研制配套的设计辅助工具。



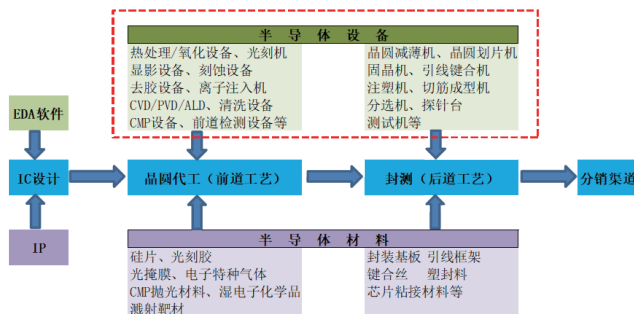
在中国发展Chiplet面临哪些挑战?从技术上面看来,中国现在产业链发展最大的挑战是技术封锁,由封锁所带来的自主需求也是一大机遇。在单位硅片面积上增加晶体管数量有困难,转而追求在单个封装内部持续提升晶体管数,这也是目前发展Chiplet技术对国内芯片产业的最大意义。但是现在我们仍缺乏必要技术、经验、标准协议、人才、知识产权和专利积累,而且中国芯片公司的规模都不大,无法单靠某一家或某几家公司来打造Chiplet生态。这需要不同的公司分工合作,共同打造Chiplet产业链。中国要发展自己的Chiplet生态链就需要有自己的标准。国内的CCITA联合集成电路企业和专家,共同主导定义了小芯片接口总线技术要求,这是中国首个原生Chiplet标准,在去年12月15日通过了工信部电子工业标准化技术协会的审定并发布。该标准与UCIe主要有两大区别:UCIe只定义了并口,CCITA的Chiplet标准既定义了并口,也定义了串口,两者的协议层自定义数据包格式也不同,但CCITA的标准与UCIe兼容,可直接使用已有生态环境。在封装层面,UCIe支持英特尔先进封装、AMD封装,CCITA定义的Chiplet标准主要采用国内可实现的封装技术。

(来源:国际电子商情)

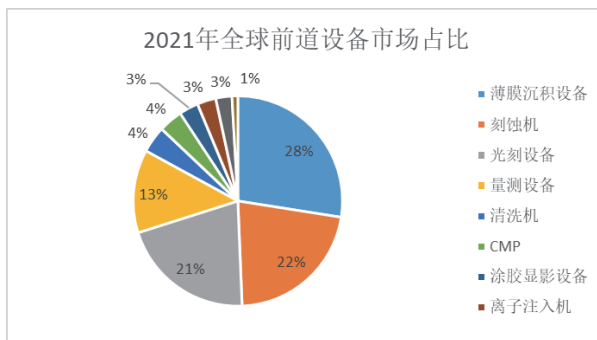
除了光刻机，哪类半导体设备国产替代空间最大？

半导体产业链环节多且复杂，尤其是上游半导体设备和材料，因制造流程繁多，涉及到很多细分行业。根据WSTS数据，中国半导体元器件市场在全球占比高达43%，而同期SEMI数据，中国半导体设备销售额296亿美元，全球占比29%，中国半导体设备市场规模全球占比低，相比与元器件市场非常不匹配。

前道工艺设备



根据用于的工艺流程不同，半导体设备主要分为前道设备和后道设备两类，其中前道设备主要用于晶圆制造环节，后道设备用于封测环节。前道的晶圆制造环节包括7个主要生产区域：扩散-光刻-刻蚀-离子注入-薄膜生长-抛光-金属化。涉及到的设备主要有：薄膜沉积设备、刻蚀机、光刻机、量测设备、清洗机、CMP、涂胶显影设备、离子注入机、热处理设备等。根据SEMI数据，2021年全球前道工艺设备市场规模876亿美元，其中薄膜沉积设备、刻蚀机、光刻机在晶圆制造设备的市场占比较大，分别为28%、22%、21%。根据2022年的不完全统计数据（时间口径为2022年，招标厂商为积塔半导体、华虹无锡等偏成熟制程的晶圆厂，故部分品类国产化率较高，数据由德邦研究所统计）。半导体设备国产化率较2021年明显提升，从21%提升至35%，但具体到细分设备分化明显。

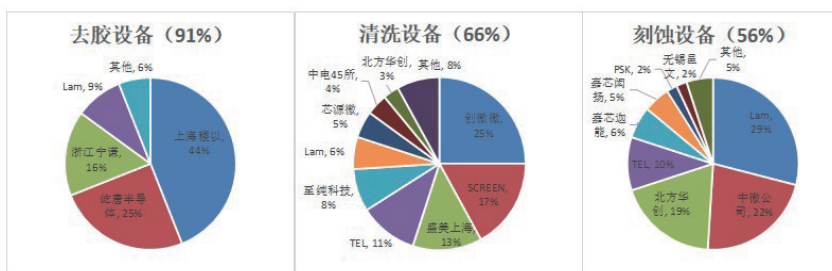


国产化率较高的设备品类

去胶设备（91%）基本实现国产替代。由上海稷以、屹唐半导体（IPO申请）、浙江宁谦主导。值得一提的是，屹唐半导体在发展过程中，2016年收购了在干法去胶产品上有30多年的研发历史的美国公司MTI，壮大了公司的去胶设备业务，其干法去胶设备、快速热处理设备主要用于90-5nm逻辑芯片、10nm系列DRAM芯片和32-128层3D NAND制造中若干关键步骤的大规模量产；另外，公司还有刻蚀设备业务，干法刻蚀设备主要用于65-5nm逻辑芯片、10nm系列DRAM和32-128层3D NAND制造中若干关键步骤的大规模量产。

清洗设备（66%）国内有较多企业涉足：盛美上海（上市）、创微微、至纯科技（上市）、芯源微（上市）、中电45所、北方华创（上市）等。在清洗设备领域，国有企业中盛美上海的规模最大，其最新旗舰产品SAPS、TEBO和Tahoe能够覆盖80%以上的清洗设备市场。

刻蚀设备（56%）国内涉足企业有中微公司（上市）、北方华创（上市）、嘉芯迦能、嘉芯阔扬、无锡邑文等。中微公司作为国内刻蚀设备龙头企业，公司在整个半导体设备国产化进程中具有明显优势，长期保持大规模、高强度的研发投入，但对标国际半导体设备巨头泛林半导体、东京电子的研发布局和研发规模，仍有差距。

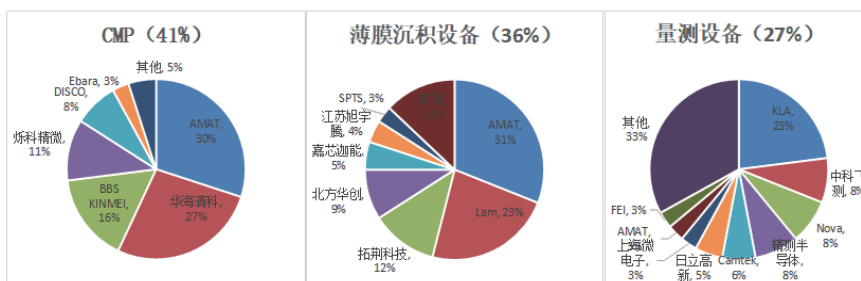


国产化率较高的设备品类

CMP设备(41%)国内涉足企业有华海清科(上市)、烁科精微等。其中华海清科已实现产业化的12英寸CMP设备,目前是公司最主要的收入来源,公司Universal-300系列有多款产品,技术水平已突破至14nm逻辑芯片、128层3D NAND、1X/1Ynm DRAM存储芯片节点,基本满足国内各类型产线最高技术节点,近年持续快速放量。

薄膜沉积设备(36%)国内涉足企业有北方华创(上市)、拓荆科技(上市)、中微公司(上市)、嘉芯迦能、江苏旭宇腾等。但从全球市场份额来看,薄膜沉积设备行业主要由应用材料、泛林半导体、东京电子、ASM公司主导。国内厂商差异化竞争,北方华创薄膜沉积产品线较为全面,具备PVD、CVD、ALD产品供应能力,在PVD设备领域竞争优势显著,国内产线导入的国产PVD设备基本均出自北方华创。拓荆科技、中微公司尚不具备PVD产品供应能力。中微公司主要为MOCVD设备,应用于LED、miniLED化合物半导体。拓荆科技引领PECVD国产化,北方华创也有PECVD产品,但目前主要应用于光伏/LED/功率器件/MEMS领域,拓荆科技也是国内唯一一家产业化生产SACVD设备的厂商,而北方华创CVD产品除PECVD外主要为LPCVD、APCVD。ALD产品方面,拓荆科技与北方华创产品应用工艺有所差异(拓荆科技ALD应用于SADP工艺、STI表面薄膜;北方华创ALD应用于HKMG工艺)。

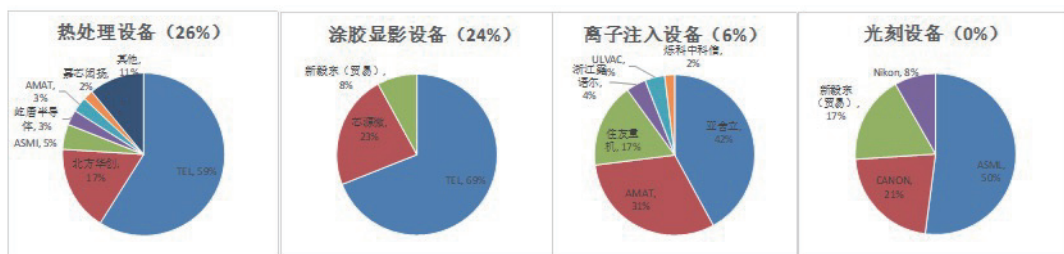
量测设备(27%)国内涉足企业主要有:中科飞测、精测半导体、上海微电子、上海睿励等。中科飞测产品主要包括无图形晶圆缺陷检测设备系列、图形晶圆缺陷检测设备系列、三维形貌测量设备系列和薄膜膜厚量测设备系列等产品,已应用于国内28nm及以上制程的集成电路制造产线。上海精测半导体前道检测设备领域,以椭圆偏振技术为核心开发了适用于半导体工业应用的膜厚测量以及光学关键尺寸量测系统的产品。中微公司旗下上海睿励致力于集成电路生产前道工艺检测领域设备研发和生产,产品主要为光学膜厚测量设备和光学缺陷检测设备,以及硅片厚度及翘曲测量设备等。值得一提的是,无论中国市场还是全球市场,海外厂商科磊半导体都是一枝独大,全口径数据预计市占率均超过50%。



国产化率极低的设备品类

热处理设备(26%)目前还是由东京电子、应用材料、ASMI等海外主导,国内涉足企业主要有:北方华创(上市)、屹唐半导体、嘉芯阔扬等。北方华创的12英寸立式氧化炉设备陆续通过了90/65/45/28nm技术代集成电路生产线的工艺验证,技术快速追赶海外。据长江证券数据,北方华创在长江存储中标的氧化扩散类设备为80台,中标率高达56.74%,超过海外龙头东京电子、应用材料等公司;由于华虹集团工艺面更广,对热处理设备类型的需求量更多,因此北方华创设备中标率低于东京电子、应用材料两家海外龙头企业,中标率为11.43%。

涂胶显影设备(24%)东京电子处于垄断地位,国内企业芯源微(上市)涉足,芯源微生产的涂胶显影设备仅使用在LED芯片制造及集成电路制造后道先进封装等环节,作为国内厂商主流机型已在国内一线大厂广泛应用,通过多年技术积累,成功突破了包括凸点封装工艺相关的超厚光刻胶膜的涂覆、显影、单片湿法多工艺药液同腔分层刻蚀以及193nm(ArF)光刻工艺超薄胶膜均匀涂敷、精细化显影、精密温控热处理等在内的多项核心关键技术,开发出国产涂胶显影设备并实现量产,成功打破国外厂商垄断。



离子注入机(6%)由于技术壁垒较高,将高压离子轰击把杂质引入硅片,杂质与硅片发生原子级高能碰撞后才能被注入,基本由应用材料和Axcelis Technology垄断,国产化率非常低。在德邦的统计数据中,离子注入机行业,浙江露语尔和烁科中科信分别占比4%、2%,其中烁科中科信,源于中国电科第48所,目前已拥有中束流离子注入机、低能大束流离子注入机、高能离子注入机和定制离子注入机四种产品,2023年一季度实现交付碳化硅离子注入机12台。另外,万业企业旗下的凯世通也涉足离子注入机,产品应用于光伏太阳能电池,新型平板显示和半导体集成电路领域。

上海微电子 IC 前道光刻机主要技术参数

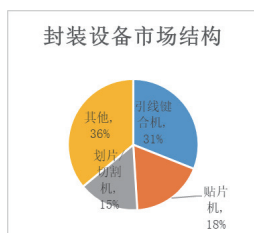
型号	分辨率	曝光光源	镜头倍率	硅片尺寸
SSA600/20	90nm	ArF excimer laser	1: 4	200nm/300nm
SSC600/10	110nm	KrF excimer laser	1: 4	200nm/300nm
SSB600/10	280nm	i-line mercury lamp	1: 4	200nm/300nm

数据来源:上海微官网、东方证券研究所

光刻机(0%)由ASML、日本尼康和佳能三家绝对垄断,其中ASML更是全球绝对龙头,市占率近80%,几乎垄断了EUV光刻机市场。国内据悉上海微电子是唯一的希望,目前光刻机产品有90nm的SSA600/20、110nm的SSC600/10以及280nm的SSB600/10。

后道工艺设备

传统封测(后道)工艺可以大致分为背面减薄、晶圆切割、贴片、引线键合、模塑、电镀、切筋成型和终测等8个主要步骤。涉及设备主要:划片机、贴片机、引线键合机、测试机、探针台、分选机等。根据SEMI数据,2021年全球半导体设备销售额为1026亿美元,其中后道封装及测试设备分别为72亿美元、78亿美元,占比7.0%和7.6%。引线键合机、贴片机、切割机在封装设备市场占比合计64%。另外,测试机在测试设备市场规模占比高达63%。



封装设备国产化率不超过5%。尽管与前道制造相比,后道封装技术难度较低,对工艺环境、设备和材料的要求远低于晶圆制造,但由于前些年产业政策向晶圆厂、封测厂、晶圆制程设备等倾斜,而封装设备和中高端测试设备缺乏产业政策培育,所以国内封装设备自给率同样很低。封装设备国产化率不超过5%,显著

低于晶圆制程设备10%-15%的国产化率。全球设备市场基本由ASMPT、K&S、Besi、Disco等海外厂商垄断，其中K&S在引线键合设备方面全球领先占据60%市场份额，ASMPT、Besi垄断固晶机市场，Disco垄断全球2/3以上的划片机和减薄机市场，行业竞争格局高度集中。国内厂商华海清科、中电科45所、方达研磨、兰新高科涉足晶圆减薄机；沈阳和研科技、中电科45所、光力科技（上市）、汇盛机械涉足划片机；华封科技、艾克瑞思、普莱信、新益昌（上市）涉足固晶机；中电科45所、创世杰、深圳翠涛、成都宇芯涉足引线键合设备。尽管国内厂商涉足封测各环节设备，但市场份额均很低。国内中高端测试设备主要依赖进口。目前精测电子（上市）、长川科技（上市）、华峰测控（上市）、冠中集创、金海通（上市）等实现部分测试设备或分选机的国产化突破，但主要聚焦在国内较为成熟的功率和模拟器件测试设备等领域，而SOC和Memory芯片测试设备仍主要依赖于泰瑞达和爱德万等进口品牌。

（来源：是说芯语）

颠覆性创新的概念嬗变、边界拓展与未来研究展望

1 颠覆性创新的原始定义

1.1 颠覆性技术

颠覆性技术的概念由哈佛大学商学院教授Bower和Christensen于1995年首次提出，其是指一种为主流技术提供价值，但主要性能（指对主流客户而言最重要的性能）却稍显逊色的技术。具体来说，在新技术的早期开发阶段，它们只能服务于重视次要性能属性的细分市场，并在技术开发的后期，通过改进主流性能逐步满足现有客户的需求，但此类改进所达到的性能属性仍无法超越主流技术。如果在这种情况下，新技术仍然能够取代现有市场上的主流技术，那么就发生了Christensen所描述的“技术颠覆”过程，此类新技术也被称为“颠覆性技术”。颠覆性创新的概念就是在颠覆性技术的基础上发展而来的。

1.2 颠覆性创新

在颠覆性技术研究的基础上，Christensen及其同事进一步构建了颠覆性创新理论。2003年，Christensen和Raynor在The Innovator's Solution一书中首次以“颠覆性创新”代替“颠覆性技术”，用以将商业模式创新、服务创新等其他类型的创新活动纳入研究范畴，扩大了该理论的应用范围。Christensen等认为，颠覆性创新概念中有3个关键的先决条件：①技术进步的步伐超过了客户对高性能技术的需求，在客户需求和企业绩效供给之间形成缺口，为新进入者提供了机会，即性能超调（Performance Overshoot）条件；②不同类型的创新会在行业内部表现出战略性差异，持续性创新能够使现有企业以更高的边际收益和利润向现有客户出售更多产品，颠覆性创新则有利于吸引底层客户群；③现有客户和既定利润模型会限制现有企业对颠覆性创新进行投资，因而现有领先企业通常没有动力去发展颠覆性创新。由此可见，在早期研究中，Christensen没有对颠覆性创新进行精确的概念界定，主要使用技术和市场角度的领先特征来粗略描述。图1展示了颠覆性创新的原始模型。颠覆性创新模式在不同行业中具有普遍性。颠覆性创新的原始定义始于针对磁盘驱动器行业的研究。为了探讨其他行业中是否也存在颠覆性创新模式，早期研究还分析了钢铁和计算机、半导体、零售、教育、出版、医疗健康等行业的情况。这些研究大部分都由Christensen及其同事完成，证实了颠覆性创新模式普遍存在于多种行业，如表1所示。

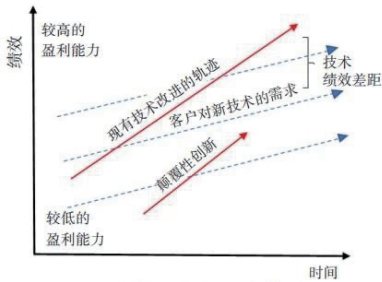


图1 颠覆性创新的原始模型

同时，异常现象的发现成为模型拓展的重要契机。最初的概念边界认为，颠覆性创新应扎根于现有市场的最底层，并逐步转移到高端市场，进而颠覆原有领先企业的领导地位。然而，实证研究和实践经验却表现出了有别于原始定义的异常现象。第一个问题是：颠覆性创新是否一定是从现有市场的最底层开始的？从实证研究结果来看，颠覆性创新在发展路径上具有区别于低端颠覆（Low-end

Disruption)的其他模式。例如，胶卷行业的领先企业柯达，正是受到数码技术的冲击最终破产的；而数码技术最初是在一个完全不属于现有市场（化学胶片市场）的领域发展起来的。因此，颠覆过程不一定是从现有市场的最底层开始的，还可能存在其他颠覆路径。第二个问题是：颠覆性技术是否只会对单个市场或行业造成颠覆性影响？从实践经验来看，颠覆过程不仅仅发生在市场和行业中，也可能在知识、规制、社会等领域产生重大影响。例如，当新兴技术推翻现有的、被广泛接受的科学范式、思想或方法时，也可以将其归纳为颠覆性技术。Kuhn在解释科学革命时，提出了一种对知识的颠覆。又如，在技术和社会互动的转变过程中，新兴技术也会对资本模式、组织结构、社会互动模式等形成颠覆，造成更大规模的影响。这是一种对社会—技术系统范式的颠覆。颠覆性创新在实证研究和实践活动中表现出的诸多异变，极大推动了颠覆性创新理论在学界和业界的蓬勃发展。其概念边界在颠覆路径和颠覆范围两个维度上都得到了拓展，并使其原始定义逐步向大众泛化认知的方向演进。

2 颠覆性创新的路径拓展

颠覆性创新概念的路径拓展是指在原始定义的基础上，将异常现象观测中发现的有别于低端颠覆的路径纳入到研究范畴中，但对其颠覆性影响的考察仍局限在市场和行业范围内。颠覆性创新早期研究中对相关概念的路径拓展，极大丰富了Christensen及其同事提出的原始理论，并为理论应用和后期发展奠定了基础。

2.1 低端颠覆和新市场颠覆

在理论完善的过程中，Christensen在2003年进一步指出，颠覆性创新大致可以分为低端颠覆和新市场颠覆（New-market Disruption）两种类型。低端颠覆的特征是低价格、低主要性能以及针对现有非主流

表1 颠覆性创新理论在不同行业中的应用

文献	涉及领域	主要结论	理论贡献
Christensen, 1997 ^[4]	磁盘驱动器、计算机	颠覆性技术在主要性能维度上略逊于主流技术，通过吸引底层客户，逐渐取代现有市场上的主流技术	进一步提出了颠覆性技术概念，比较了持续性技术创新与颠覆性技术创新
Christensen, 2006 ^[5]	半导体	颠覆性创新模型能够预测一项创新是否会颠覆现有领导者	综合运用理论构建的过程模型，论述了颠覆性创新理论的发展
Christensen和Tedlow, 2000 ^[6]	零售	零售行业中反复出现颠覆性创新模式，并能够改变其行业的经济状况	提供了关于零售行业的实证研究补充
Christensen等, 2001 ^[7]	教育	尽管IBM在职培训项目可能没有MBA项目好，但它们所处竞争条件不同，前者能够对专业的管理学教育形成颠覆性影响	提供了关于管理学教育的实证研究补充
Gilbert, 2003 ^[8]	出版	出版行业的颠覆性创新可以创造新的市场和实现净增长	指出新市场颠覆性创新是创造新增长的机遇而不是挑战
Christensen等, 2010 ^[9]	医疗健康	将颠覆性技术与商业模式创新相结合，可以创建一个人人都能负担得起的高绩效医疗体系	将颠覆性创新理论用于指导解决美国医疗成本上升问题
Christensen和Raynor, 2003 ^[3]	钢铁	颠覆性创新理论为正确预测创新结果提供了理论依据，指引企业成为颠覆者而非被颠覆者	更新了颠覆性创新的定义，区分了低端颠覆过程和新市场颠覆过程
Hwang和Christensen, 2008 ^[10]	医疗健康	颠覆性技术与商业模式匹配可以降低医疗健康相关的高额费用	探索了颠覆性技术与商业模式的匹配度，以推动形成颠覆性创新
Christensen, 2011 ^[11]	高等教育	在线学习成本较低，但教学质量却随着时间的推移得到提高，这是一个典型的颠覆性创新过程	指出颠覆性创新理论对高等教育所面临的挑战和变化具有重要的指导作用
Christensen和Eyring, 2011 ^[12]	高等教育	传统大学在提供在线学习方面具有天然优势，拥有在网络环境中有效竞争所需的所有资产。因此，将传统大学提供的便捷的在线教学与定期的课堂教学相结合的混合模式，为促进美国传统高等教育创新提供了思路	指出颠覆性创新能够与原有的主流技术/产品/模式形成互补关系

市场；而新市场颠覆发生在全新的市场和价值网络中，其中的初始客户没有体验过上一代产品或服务，这些客户之前可能缺乏购买力或购买欲望，是原主流市场中的“非主流客户”。新市场颠覆过程可以分为3个阶段：①新兴创新活动创造了一个独立于现有业务的非竞争性市场；②新市场的扩张减缓了原有领先企业的增长速度；③颠覆性创新随着时间的推移实现了自身改进，并大大缩小了原有市场的规模。尽管颠覆性业务最终会侵占原有市场，但它起源于现有市场以外的空间，因而被称为“新市场颠覆”。

值得注意的是，低端颠覆和新市场颠覆并非完全割裂，两者的边界具有一定的模糊性。一是入侵方式存在相似性。根据市场入侵方式的差异性，可将新市场颠覆细分为边缘市场颠覆和分离市场颠覆两类。边缘市场是指在颠覆性创新入侵之前，颠覆性产品形成了一个与低端市场略显不同的市场，而分离市场则是一个全新的市场。例如，西南航空公司首先开辟了一个边缘市场，其由原计划开车出行的低薪客户组成，然后吸引了度假客户（竞争性航空公司的低端客户），并最终开始向上蚕食高端市场（传统商务旅行市场）。Schmidt和Porteus称上述路径为低端市场颠覆，因为这种侵占始于客户支付意愿较低的细分市场，并向上发展为客户支付意愿较高的细分市场。但Druehl等进一步将其描述为边缘市场的低端颠覆，因为首先开放的新市场（在低端颠覆开始之前）位于原有市场的低端边缘（如西南航空的低薪客户）。二是对象具有一定的重合性。许多颠覆性创新都是低端颠覆和新市场颠覆的混合体。新市场颠覆是以创造消费为标志的，随着创新绩效的提高，颠覆性创新开始吸引和拉动主流市场的下层，即低端市场。与低端颠覆不同，新市场颠覆不一定都是以较低的价格进行竞争，但随着新市场的发展，其对象也可能包括低端市场的客户。三是新市场颠覆的形成条件具有低端颠覆的特征。Christensen等指出，新市场颠覆的形成条件之一是为过去由于缺乏资金或技能而无法获得某项产品或服务的客户创建新的市场应用，即新市场颠覆的目标客户是非主流客户，要求产品价格相对较低且产品简单易用。

2.2 高端颠覆

伴随颠覆性创新在实践领域的广泛应用，有关颠覆性创新概念的讨论愈发激烈。部分学者认为，低价格、低性能只是颠覆性创新的附属特征，其颠覆路径的范围不应限于低端颠覆和新市场颠覆。例如，数码相机对胶卷相机的颠覆，显然不属于上述两种类型。为此，Govindarajan和Praveen扩大了颠覆性创新的界定范围，提出了高端颠覆（High-end Disruption）路径，即指一项具有高价格或高性能的新产品从高端市场开始，通过绩效达成而逐渐蚕食低端市场，最终完成自上而下的创新过程。Markides也认为，在高端市场通过提高产品性能或服务质量的实现颠覆过程，也属于颠覆性创新的范畴。由此可见，高端颠覆路径是具有高价格或高性能的新产品从高端市场蚕食低端市场的创新过程。该路径的提出为颠覆性创新理论提供了更广泛的研究视角，使其概念更具普适性。

值得注意的是，Govindarajan和Praveen将“高端”界定为高价格或高性能。该高端颠覆路径实际上有违Christensen对颠覆性技术的原始定义，即颠覆性技术在主流性能属性上应略逊于主流技术。Yu和Chang在评价高端颠覆时指出：“‘高端’是一个具有误导性的术语，从定义上来看这不可能是颠覆性创新的一种……然而，具有高成本的颠覆性创新（主流性能属性不佳）确实为Christensen的原始理论（主流性能属性不佳且单位成本低）提供了补充。”移动电话对固定电话的颠覆便是高端颠覆的生动案例。在移动电话发展之初，其价格远高于固定电话，虽具有便携性优点，但在主流性能属性上（如可靠性、稳定性、覆盖范围）不及固定电话。随着时间的推移，移动电话技术持续发展，使其能够以主流客户可接受的价格提供更加广泛的覆盖范围，从而形成了颠覆性创新。Sandström也通过案例研究证实了部分颠覆性创新具备从高端市场进入并最终完成颠覆过程的能力。

总的来说，颠覆性创新的高端颠覆研究仍较为罕见，近年来的相关讨论多集中于电动汽车行业。尽管纯电动汽车早已出现，但其进入主流市场并开始与燃油汽车和混合动力汽车正面竞争不过数年，这被认为是

高端颠覆的又一新兴案例。Benzidia等认为,纯电动汽车往往采用高端蚕食策略,以独特的渠道瞄准高端客户群体;而混合动力汽车则主要采用低端蚕食策略,瞄准对价格敏感的买家。其通过评估高端而非低端侵占策略在提高客户满意度方面所起的作用,对颠覆性创新理论进行了补充。

3 颠覆性创新的范围拓展

尽管颠覆性创新在原始定义的基础上得到了一阶拓展,但其概念边界仍然伴随研究和实践的深入不断深化。尤其是在新一轮科技革命与产业变革的影响下,颠覆性创新概念被频繁地、广泛地使用,导致当前媒体与公众所普遍认知的“颠覆性创新”比其路径拓展后的概念范围更大、影响更深。事实上,由于颠覆性技术所带来的影响不断渗透和蔓延,并表现出愈加明显的显性特点,学界也开始讨论其在更高层面的影响情况,如在创新系统层面、社会—技术系统层面的颠覆性影响,这使颠覆性创新概念得到了范围拓展。相较于路径拓展,颠覆性创新的范围拓展解释了颠覆性技术在更广影响范围和更大影响效应上的作用原理。

3.1 系统性颠覆

颠覆性创新的范围拓展首先表现在颠覆性技术周围的创新生态系统层面。创新生态系统是一个复杂的、动态的、自适应的非线性系统,是由许多相互交互的主体组成的复杂网络。颠覆性创新的出现扰乱了创新生态系统中多对主体间的交互模式,从而形成了系统性颠覆。这种系统性颠覆不仅对现有市场的创新生态系统产生影响,还有可能对其他市场的创新生态系统产生跨界影响。

一是颠覆性创新对现有市场创新生态系统的影响。随着颠覆性创新破坏效应的不断渗透,其对创新生态系统的颠覆性影响首先体现在现有市场中,并形成替代与互补两种结果。^①颠覆性创新对现有市场生态系统的替代效应。19世纪,电木产业生态对虫胶产业生态在电线绝缘体领域产生的替代效应就是典型案例。当时,现有市场对电线绝缘体的需求量巨大。而虫胶作为一种天然树脂,是制造绝缘体的主要原材料,并形成了以种植、采集、加工为基础的产业生态系统。然而,电木的出现对上述生态系统造成了破坏性影响。电木是塑料的一个品种,能够通过人工合成实现良好的绝缘属性,因而造就了一个以当地工业企业为基础的产业生态系统。生产电木所需的现代工业体系使得种植、采集和加工虫胶的企业以及原有的长途运输企业变得多余,结果导致虫胶产业生态几乎被完全替代。^②颠覆性创新对现有市场生态系统的互补效应。微波管的应用(即微波炉)满足了快速烹饪的需求,且具有占地空间小的特性,得到了市场的认可。然而,微波炉进入厨房用具市场的过程并不完全符合颠覆性创新的传统观点(即低端市场颠覆)。但是,微波炉的出现为在位企业创造了一个不同的价值生态系统,虽没有完全替代现有市场生态系统,但起到了补充作用。另外,微波炉烹饪的原理刺激了食品制备方法和食品包装方法的创新,这一新兴的食品生产和包装链(在生态系统中加入新的参与者)符合消费者有关烹饪速度和便捷性的价值取向。

二是颠覆性创新对其他市场创新生态系统的影响。实证研究结果表明,颠覆性创新还能够实现跨界系统性影响。Burgelman等就苹果(iPhone)对移动电话和音乐产业的影响展开研究,发现数字化和网络化带来了两个创新系统的跨界碰撞。移动电话的主要属性是通信,而智能移动电话(iPhone)则先后整合了MP3、照相机等多个产品的功能。通过跨界整合,智能移动电话实现了界内的多轮颠覆,还对界外相关产品市场造成了不同程度的颠覆。例如,乔布斯为数字音乐开发的下载服务,形成了新型商业模式,使苹果(iPhone)成了音乐行业的跨界颠覆者。

3.2 社会—技术系统的范式颠覆

进一步地,颠覆性创新在更高层次上的影响可以通过社会—技术系统的多层次视角来观察。社会—技术系统具有多层次特点,其既是社会系统(包含组织网络和相关制度体系),也是技术系统(包含相关物理设施和技术知识体系)。转型理论通常采用多层次视角对社会—技术系统层面的范式变革进行解释,因而可以将颠覆性创新在社会—技术系统层面引发的范式颠覆理解为利基层(Niche)、体制层(Regime)、全景层

(Landscape) 3个层次间的互动过程。在系统性颠覆的基础上,多项颠覆性技术或颠覆性创新催生了新市场、新机会以及新的主体间关系,使得技术与技术、技术与社会系统之间的交互受到扰动。这些扰动通过复杂系统的作用,由利基层向体制层传递,同时全景层的变化也可能为变革打开机会窗口,从而破坏、重构、重组当前的社会制度规范、标准、趋势等,进而实现社会—技术系统的范式颠覆。

尤其是在新一轮科技革命与产业变革的背景下,以人工智能、大数据、物联网、云计算为代表的新兴技术表现出更甚于以往的颠覆性影响。其中,人工智能技术最常被看作颠覆性创新的代表。人工智能是指使用计算机系统模拟人类智能的技术应用,应用范围包括但不限于金融交易和投资、运输、航空、减灾和预测、电力生产、制造业、机器人技术、医疗诊断和治疗、通信、教学和教育评估、营销、遥感和校正等领域。显然,人工智能技术所产生的颠覆性影响广泛分布于众多行业,具有显著的二阶破坏效应。它不仅能够重构和重组现有任务和工作内容,也将改变现有社会制度规范。

应当注意到,颠覆性创新对社会—技术系统的范式颠覆是在系统性颠覆基础上形成的范围更广、规模更大的影响效应,该现象的发生有几个关键因素:①形成专业知识网络。该网络需要涵盖工程师、企业家、投资者以及具备新知识和新技能学习能力的人员(如创新者、科学家等),他们能够在这个网络中分享想法和观点,为技能开发和指导以及建立专业社区奠定基础。②具备大量的应用机会。颠覆性创新要形成二阶破坏效应,必须在多个市场获得大规模的应用机会,而非仅限于本地市场,同时颠覆性创新所面临的潜在干扰也将远多于以往。③拥有丰富的金融资源。颠覆性创新可能需要很长时间才能在大量潜在应用中实现盈利,同时其对金融范式的影响和破坏也有可能打破原有经济体系的稳定,进而导致更大的经济波动和危机。所以从利益最大化角度来看,对颠覆性创新的资助并不总是合理的。因此,二阶破坏效应的形成还需要社会为其提供发展投资,这种投资可以来自私人、企业或公共组织。④获得基础设施和制度的支撑。除了必要的人力资本和金融资源外,还必须有支持性的基础设施和制度安排,使颠覆性创新过程得以发生,技术、机会和人力资本得以集聚。

4讨论

4.1 颠覆性创新概念泛化的评价

自颠覆性创新被提出以来,其概念在诸多学者的演绎下不断泛化,甚至突破了学术研究的边界。Steven和Chen认为,颠覆性创新理论被严重误解和误用,因而提出了一个多层次的理论框架,并对颠覆性创新进行了界定,总结颠覆性创新的重要影响因素,为未来颠覆性创新研究提供了理论与实践启示。Andrew和Baatartogtokh则表示,只有在满足特定条件的情况下,同时引入遗留成本、不断变化的规模经济和概率法则等其他因素,才能应用颠覆性创新的完整理论,以更好地解释企业的成功或失败模式。

Christensen作为颠覆性创新理论的重要创始人,在理论发展过程中发挥了重要作用。事实上,Christensen本人对颠覆性创新概念的泛化一直保持较为审慎的态度。在2018年发表的Disruptive Innovation: An Intellectual History and Directions for Future Research一文中,他在开篇就指出,“当前颠覆性创新理论的发展表现出了一些有趣的矛盾。伴随原始概念在学界和业界的传播,‘颠覆性’一词已经成为流行的商业词汇。然而,与此同时,该理论的核心概念仍然被广泛误解(Widely Misunderstood)”。这种误解主要有两个方向:一是过度使用颠覆性创新概念,将其作为新威胁(或实质性的持续变化)的代名词。例如,许多作者常常援引颠覆性创新理论来描述一个颠覆了行业并改变了竞争模式的新技术或创业公司。二是仅仅将颠覆性创新作为理论概念使用,这低估了相关理论在应用领域的潜力。尽管颠覆性创新概念的泛化及其应用在实践领域获得了可观的成果和收益,但Christensen在回顾颠覆性创新理论的发展时,采用了“误解”一词来描述对颠覆性创新概念的过度使用(Overuse),足见他对颠覆性创新的原始定义是较为坚持的,只有低端颠覆和新市场颠覆两个模型获得了他本人的认可。

4.2 颠覆性创新的路径拓展及其预见性问题

从颠覆性创新的原始定义到一阶概念拓展的发展,丰富了颠覆路径的多样性,并在低端颠覆的基础上,出现了新市场颠覆和高端颠覆两类新路径。虽然早期研究中Christensen没有对颠覆性创新进行精确的界定,但在原始定义中,颠覆性创新的主要性能应略逊于主流技术,这是其概念边界的判断标准之一。因此,高端颠覆路径的出现实际上已经突破了颠覆性创新原始定义中的这一判断标准,即认为颠覆性创新不仅限于低性能的产品或服务,具备高价格、高性能特征的新产品或服务也能自上而下地实现颠覆过程。这也是高端颠覆没有获得Christensen等人充分认可的原因所在。

在此基础上,一个尤为突出的问题在于,如果无法从一项创新产品或服务的价格和性能属性上对其颠覆性进行判断,即没有一项创新产品或服务从本质上来说是颠覆性的,那么是否只有在颠覆性事实发生之后,才能确认颠覆性创新概念?换句话说,颠覆性创新是否可以事前预见,而不仅仅限于事后解释?在预见性问题方面,Christensen等采用了一种前瞻性方法,预测了不同行业的事前结果(例如,新兴技术是否会扰乱该行业的领先企业)。此外,Raynor使用培训干预措施检验了颠覆性创新理论的预见准确性,结果表明受过理论培训的学生预测准确性显著提高,为规范理论提供了有趣的见解。这些预测方法围绕颠覆性创新的原始定义展开,取得了一定进展,但仍然无法做到相对精确的预见。相较而言,围绕颠覆性技术开展的预见性研究得到了更好的发展。针对颠覆性技术案例中更多的利益相关者和更紧要的应对时机,形成了一系列以技术路线图为基础,结合文本挖掘、质量功能展开等方法的技术预见工具,为颠覆性技术的早期预见和干预提供了基础。但这些方法很难对更大范围的颠覆性影响进行早期预见。

4.3 颠覆性创新的范围拓展及其应对性问题

伴随颠覆性创新的影响进一步向创新生态系统和社会—技术系统层面扩散,颠覆性创新的概念得到二阶拓展。在原始定义中,颠覆性创新的结果是对现有市场中领先企业领导地位的颠覆;而二阶概念拓展则突破了这一范围限制,认为颠覆性创新在广泛应用于不同行业的情况下,能够破坏或重组多个创新生态系统或当前的社会—技术范式,诱发更高系统层面的整体或局部转型。

在此基础上,一个更为棘手的问题是,在颠覆性创新影响范围逐步扩大的背景下,如何为各类行为主体提供有效的应对策略。这些行为主体不仅限于现有市场的领先企业,还应包括创新生态系统中的其他重要主体,尤其政府作为社会—技术系统颠覆性影响的治理主体,有待对其进行更多讨论。对于领先企业而言,当现有市场或相邻市场出现颠覆性创新时,企业通常会采取以下几种策略:①规避型策略。通过积极投资强化现有能力,以延长当前绩效提升轨迹,减缓或推迟颠覆过程的发生。②竞争型策略。企业可以创建一个自治的组织单元,负责开发和商业化颠覆性创新产品;或是通过制定双重结构、流程等方式,同时探索新业务和开发现有业务,以此缓解并行追求不同类型的创新而产生的冲突;抑或是通过重新定义与其遗留技术相关的意义和价值,以及重新定义竞争市场边界来推行技术复兴战略。③接受型策略。现有企业可能会通过技术合作或技术许可、直接收购等方式寻求拉拢新进入者的机会。虽然上述策略均存在成功案例,但是没有一种策略适用于应对颠覆性创新的所有情况,应对策略的有效性也很难被预测。

此外,由于颠覆性创新的影响范围进一步扩大到社会—技术系统层面,因而政府成为制定和实施应对策略的又一重要主体,即在多层次视角下政府应如何应对范式转型过程中的变革性系统失灵问题,包括目标失灵、需求清晰度失灵、政策协调失灵、自反性失灵等4种类型。从转型理论的发展现状来看,面向可持续转型的创新政策3.0框架已经基本形成,但仍处于发展前期且缺乏广泛认同和政策实践支撑。从新兴技术治理理论的发展现状来看,关于颠覆性问题的应对策略主要有两个方面的重点:一是价值前置(以预期治理为代表),主张在技术发展的早期阶段就将社会价值纳入技术评估和预见范围,为提前应对预留时间;二是敏捷响应(以敏捷治理为代表),主张增强应对策略的弹性、开放性、适应性,实现保护和监管的双重快速响应,以

应对难以预见的治理需求。总体来说,社会—技术系统层面的颠覆性创新的应对性问题研究仍是一个新议题,尤其是在创新治理和公共政策领域。

5 结论与展望

5.1 主要结论

颠覆性创新理论自问世以来,为理解创新与市场、经济、社会之间的关系提供了重要基础,但其核心概念在传播过程中受到了不少曲解,时至今日,颠覆性创新概念距其原始定义已有相当的距离。为了考察颠覆性创新的概念嬗变和边界拓展情况,本文以最早出现的颠覆性技术概念为起点,对颠覆性创新的原始定义、一阶概念拓展、二阶概念拓展进行了阐述。本文认为:①路径拓展是颠覆性创新概念边界变化的第一个阶段,在低端路径的基础上,增加了新市场路径和高端路径两种类型;②范围拓展是颠覆性创新概念边界变化的第二个阶段,由现有市场领先企业颠覆向系统性颠覆和社会—技术系统范式颠覆扩散。在此基础上,本文进一步对颠覆性创新的概念泛化过程进行了讨论和展望,其中路径拓展引发了颠覆性创新的预见性问题,范围拓展引发了颠覆性创新的应对性问题。上述问题是未来研究的重点内容之一。

5.2 未来研究展望

面对新一轮科技革命和产业变革的全新挑战,颠覆性创新理论发展至今,其所面临的变革性系统问题愈发突出,未来发展趋势主要有以下几个方面。①颠覆性创新在创新生态系统与社会—技术系统层面的破坏效应与干预机制。系统性颠覆不仅包括对单个创新生态系统的颠覆,还可能带来创新生态系统间的碰撞与跨界颠覆。而跨界整合式颠覆性创新的价值创造网络更加复杂,其具有较大的市场潜力,可能成为创新发展的新趋势。然而,现有研究忽视了跨越行业边界、对内外市场造成颠覆性破坏的创新战略研究。另外,数字技术快速发展并与传统产业深度融合,随着潜在应用范围的扩大与融合深度的增加,数字技术与产业发展可能给政府和组织现有的治理方式带来重大挑战。范围概念拓展指出,颠覆性创新的破坏性影响已经渗透到社会—技术系统层面,并且其具备引发范式变革的能力,Schuelke-Leech建立的二阶模型对此进行了描述并给出了关键要素。在此基础上,有必要更广泛地考察多种颠覆性技术是如何通过耦合互动逐渐形成社会影响的,并对破坏效应的传递和渗透模式进行讨论。此外,颠覆性创新在社会—技术系统层面的影响还要求创新政策在更高层面上综合考虑技术体制和范式演进与社会制度的关系,但政策研究的现有成果显然对高不确定性、强破坏性以及多元和参差赋权情境下的政策干预机制缺乏足够的解释力,尤其是面对更加复杂多变的全景层情况,相关研究亟待补充。②颠覆性创新的早期预见与价值前置。虽然Christensen和Raynor围绕颠覆性创新的原始定义提供了若干预测方法,但伴随颠覆性创新概念的一阶和二阶拓展,早期预见变得尤为困难,特别是面对更大范围的颠覆性影响时。目前,针对颠覆性技术的早期预见方法是由技术评估和技术预见理论发展而来的,因而很难满足系统性颠覆和社会—技术系统颠覆影响的预测和评估需求,可见早期预见方法论的创新将是未来研究的重点之一。此外,因为目标失灵是变革性系统失灵问题中的前置性问题,所以要求在社会价值嵌入的基础上实现多主体目标协同,未来研究将不可避免地涉及多元主体的上游参与和协商决策机制以及多中心协同模式等议题。③颠覆性创新的混合型应对策略。一是对现有企业而言,其在创新实践中往往会综合运用多种策略,因而混合型应对策略成为近年来学界讨论的重点。通过结合新兴创新特征和现有策略创造新产品或新模式,可以为颠覆性创新的发生提供一个过渡阶段。这种混合型应对策略的出现为预测未来不确定性和缓解市场转型阵痛提供了工具,允许现有企业在学习和适应具有高不确定性的新技术的同时改进其现有技术。未来研究议题主要包括:确定哪些情况更适合采用混合型应对策略;如何将商业模式创新融入混合型应对策略;在混合型应对策略的实施过程中,如何帮助现有企业克服路径依赖倾向等。二是对政府而言,在公共政策领域出现了以预期治理、敏捷治理为代表的多种颠覆性创新应对策略。这些新兴策略在干预时机、响应机制、政策目标与承诺、多主体参与模式、政策组合使用等维度具

有不同特点，所适用的具体情境也不尽相同，因而何时何地、如何（单独/混合）选择和使用这些策略是未来研究的关键议题。

（来源：战略前沿技术）

欧盟470亿美元芯片法案通过，支持成熟节点扩张

欧盟周二同意为其半导体产业制定一项430亿欧元（470亿美元）的计划，以期赶上美国和亚洲并开始一场绿色工业革命。欧盟委员会去年提出并得到内部市场专员蒂埃里·布雷顿（ThierryBreton）确认的欧盟芯片法案旨在到2030年将欧盟在全球芯片产量中的份额翻一番，达到20%，并遵循美国芯片法案。欧洲需要将其产量翻两番才能实现这一目标。亚洲公司，尤其是中国大陆和中国台湾的公司，目前主导着半导体的制造和出口。资金将来自现有的欧盟预算资金，该协议还将放宽国家援助规则，将资金用于开发中心以生产关键部件。

欧盟主席乌尔苏拉·冯德莱恩表示，该协议“将使芯片行业具有竞争力，并为全球市场份额奠定基础。它将为欧洲制造的清洁技术产业提供动力，并加强我们的数字弹性和主权。”“我们需要芯片来为数字和绿色转型或医疗保健系统提供动力，”委员会副主席玛格丽特·维斯塔格（MargretheVestager）在一条推文中说。一位欧盟官员表示，自去年宣布其芯片补贴计划以来，欧盟已经吸引了超过1000亿欧元的公共和私人投资。但总部位于华盛顿的战略与国际研究中心的中国和技术专家保罗·特里奥洛（PaulTriolo）等分析师表示，欧盟可能难以缩小与竞争对手的差距。Triolo说：“与美国一样，欧盟需要解决的关键问题是，有多少支持该行业的供应链可以转移到欧盟，成本是多少。”虽然委员会最初提议只资助尖端芯片工厂，但欧盟各国政府和立法者已经扩大了范围以涵盖整个价值链，包括较旧的芯片以及研究和设计设施。美国芯片制造商英特尔欧洲政府事务副总裁亨德里克·布尔乔亚（HendrikBourgeois）将为其在德国运营的一家工厂获得补贴，他对该交易表示欢迎，称这表明欧盟“认真对待确保其未来繁荣”。

一、五大战略目标和三大行动方针

根据最新的《欧洲芯片法案》草案及修正案内容显示，《欧洲芯片法案》将确保欧盟加强其半导体生态系统，提高其韧性，并确保供应和减少外部依赖。为此将围绕五大战略目标进行制定：1、加强欧洲在更小、更快的芯片方面的研究和领先地位；2、建设和加强自身在先进芯片设计、制造和封装方面的创新能力，并将其转化为商业产品；3、制定适当的框架，到2030年大幅提高产能，在全球半导体产能中的份额提高到20%；4、解决严重的技能短缺问题，吸引新人才并支持熟练劳动力的出现；5、深入了解全球半导体供应链。

EUROPEAN CHIPS ACT

The European Chips Act will ensure that the EU strengthens its semiconductors ecosystem, increases its resilience, as well as ensure supply and reduce external dependencies.



1. Strengthen Europe's research and technology leadership towards smaller and faster chips



2. Build and reinforce capacity to innovate in the design, manufacturing and packaging of advanced chips



3. Put in place a framework to increase production capacity to 20% of the global market by 2030



4. Address the skills shortage, attract new talent and support the emergence of a skilled workforce



5. Develop an in-depth understanding of the global semiconductor market

芯资讯

在4月18日的会议上，欧盟委员会提出了三个主要行动方针或支柱，以实现欧洲芯片法案的目标：1、“欧洲芯片计划”，支持大规模技术能力建设；2、通过吸引投资确保供应安全和弹性的框架；3、监测和危机应对系统，用于预测供应短缺并在发生危机时提供应对措施。在当天的会议上，欧盟委员会各成员国在的第一和第二大行动方针的相关细节上达成了妥协。

比如,在第一大行动方针方面,各方一致同意加Chips Joint Undertaking的能力,该联合企业将负责选择“卓越中心”(下面会进行解释),作为其工作计划的一部分。具体来说,Chip Joint Undertaking是建立在Horizon Europe计划的基础上的联合企业,这是一种涉及联盟、成员国和私营部门的公私合作伙伴关系。通过投资于欧盟范围内和可公开访问的研究、开发和创新基础设施来支持大规模的能力建设,促进尖端和下一代半导体技术的发展。Chip Joint Undertaking将汇集来自欧盟的资源,包括Horizon Europe和Digital Europe计划、与现有联盟计划相关的成员国和第三方国家和地区,以及私营部门。总体目标侧重于提高整个联盟在尖端和下一代半导体技术方面的大规模制造能力,而四个具体目标则侧重于建立集成半导体技术的大规模设计能力,加强现有和开发新的试点线,建立先进的技术和工程能力以加速量子芯片的发展,并在欧洲建立能力中心网络。

在第二大行动方针方面,最终的妥协扩大了所谓“同类首创”设施的范围,包括那些用于半导体制造的生产设备。“同类首创”设施有助于确保内部市场的供应安全,并可受益于许可证授予程序的快速跟踪。此外,可显着增强欧盟创新芯片设计能力的设计中心可能会获得由委员会授予的“卓越设计中心”欧洲标签。成员国可以根据现有立法对获得此标签的设计中心采取支持措施。此外,各方还一致强调了国际合作和保护知识产权作为创建半导体生态系统的两个关键要素的重要性。

二、倡议方向:云上设计、先进试验线、量子芯片、人才培养

在《欧洲芯片法案》的具体实施方面,在4月18日的会议上,欧盟各国也在最新的提案当中给出了具体的措施。虽然最初欧盟委员会建议只为最先进的晶圆厂提供资金,但现在已经将范围扩大到涵盖整个价值链,除了先进/成熟芯片的生产之外,还将发力芯片设计、先进的试验线、前沿的量子芯片和人才培养等方面。《欧洲芯片法案》为加强欧盟的半导体行业建立了一个框架,包括:1、建立欧洲芯片倡议;2、制定标准,以承认和支持促进欧盟半导体供应安全的一流综合生产设施和开放式欧盟铸造厂;3、在成员国和委员会之间建立一个协调机制,以监测半导体供应和应对半导体短缺的危机。具体来说,就是寻求与理念相近的战略伙伴合作,例如拥有半导体产业优势的美国、日本、韩国及中国台湾,通过“芯片外交倡议”以强化供应安全、应对断链,并涵盖芯片原料及第三国或地区出口管制等领域的对话协调,以确保芯片安全。其中,欧洲芯片倡议主要包括以下五个部分:总目标是支持整个欧盟的大规模技术能力建设和创新,以开发和部署尖端和下一代半导体和量子技术,从而加强联盟的先进设计、系统集成和芯片生产能力,以及为实现数字化和绿色转型做出贡献。

1、集成半导体技术的设计能力:计划通过建立一个可在欧盟范围内使用的创新虚拟平台,建立集成半导体技术的大规模创新设计能力。该平台将由新的创新设计设施和扩展的库和电子设计自动化(EDA)工具组成,集成大量现有和新技术(包括集成光子学、量子和人工智能/神经形态等新兴技术)。结合现有的EDA设计工具,它将允许设计创新的组件和新的系统概念,并展示关键功能,如高性能、低能耗、安全性、新的3D和异构系统架构的新方法等。该平台将与来自各个经济部门的用户行业密切合作,将设计公司、IP和工具供应商的社区与RTO连接起来,以提供基于技术共同开发的虚拟原型解决方案。将分担风险和开发成本,并推广新的基于网络的访问设计工具的方法,包括灵活的成本模型(尤其是原型设计)和通用接口标准。通过不断的创新开发来升级设计能力,例如基于开源精简指令集计算机体系结构(RISC-V)的处理器体系结构。

它将通过云提供服务,通过在成员国建立现有和新的设计中心网络,最大限度地扩大对整个社区的访问和开放。

2、为创新生产、测试和实验设施做准备的试验线:该倡议将支持生产、测试及实验设施的试验线,弥合先进半导体技术从实验室到晶圆厂的差距。重点领域包括:(a) 试验线,用于以开放和可访问的方式对IP模块、虚拟原型、新设计和新型集成异构系统的性能进行实验、测试和验证,包括通过流程设计工具包。上述虚

拟平台将允许对新的IP模块和新的系统概念进行设计探索,通过早期的工艺设计套件在试验线上进行测试和验证,并在转移到制造之前提供即时反馈以完善和改进模型。从一开始,该倡议将与设计基础设施协同扩展几个现有的试点项目,以使设计和(虚拟)原型项目能够进入。(b)通过整合研究和创新活动,为未来技术节点的开发做准备,加强下一代芯片生产技术的技术能力,建立半导体技术上的新先导管线(NewPilotLines),如低至10-7nm的FD-SOI、先进的GateAllAround(GAA)技术和2nm及以下的前沿节点,以及用于3D异构系统集成和高级封装的先导线。试点项目将整合最新的研究和创新活动及其成果。该计划将包括一个专用的设计基础设施,例如由模拟用于设计芯片上电路和系统的设计工具的制造过程的设计模型组成。将建立这一设计基础设施和用户友好的试点线路虚拟化,使其能够通过上述设计平台在整个欧洲直接访问。这种联系将使设计界能够在技术选项商业化之前对其进行测试和验证。它将确保新的芯片和系统设计充分利用新技术的潜力,并提供前沿创新。这些试验线将共同推动欧洲在半导体制造技术方面的知识产权、技能和创新,并将加强和扩大欧洲在先进半导体技术模块(如光刻和晶圆技术)的新制造设备和材料方面的地位。此外,还将组织与行业的密切合作和协作,通过使用新的或现有的试验线来支持大规模创新,以对集成新功能的新设计概念进行实验、测试和验证,例如先进封装、3D异构集成技术,以及用于电力电子的新型材料和架构,促进可持续能源和电移动性,降低能耗,安全性,更高水平的计算性能或集成突破性技术,如神经形态和嵌入式人工智能(AI)芯片、集成光子学、石墨烯、量子技术和其他基于2D材料的技术。这种强大的扩展泛欧洲试验线基础设施与设计支持基础设施密切相关,是扩大欧洲知识、能力和能力的基础,以缩小从公共资助的研究到商业资助的制造的创新差距,并在本世纪末增加欧洲的需求和制造业。

3、量子芯片的先进技术和工程能力:该倡议将解决未来一代利用非经典原理的信息处理组件的具体需求,特别是基于研究活动的利用量子效应的芯片(即量子芯片)。重点领域包括:(a)量子芯片的创新设计库建立在基于半导体和光电的量子位平台的经典半导体行业成熟工艺的设计和制造工艺基础上;为与半导体不兼容的替代量子位平台开发创新和先进的设计库和制造工艺。(b)用于集成量子电路和控制电子器件的试验线,用于在正在进行的的研究的基础上构建量子芯片;以及,为原型设计和生产提供专用的洁净室和铸造厂,减少小批量量子组件开发和生产的进入壁垒,加快创新周期。(c)测试和实验设施,用于测试和验证试验线生产的先进量子组件,关闭量子组件的设计者、生产者和用户之间的创新反馈回路。

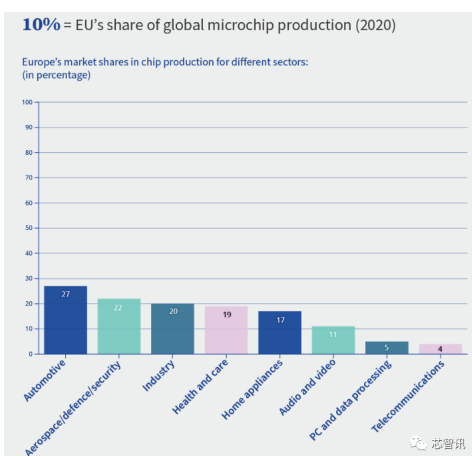
4、建立能力中心和技能发展网络:(a)在每个成员国建立一个能力中心网络,以促进这些技术的使用,充当上述先进设计平台和试验线的接口,促进其有效使用,并向包括最终用户中小企业在内的利益攸关方提供专业知识和技能。能力中心将为行业提供创新服务,特别关注中小企业、学术界和公共当局,为各种用户提供量身定制的解决方案,以促进欧洲更广泛地采用设计和先进技术。他们还将帮助在欧洲培养一支高技能的劳动力队伍。(b)在技能方面,将围绕设计工具和半导体技术在地方、地区或泛欧层面组织具体的培训行动。研究生奖学金将得到支持。这些行动将与学术界合作,补充《技能公约》下的工业承诺,增加实习和学徒人数。还将关注针对从其他部门转移过来的工人的再培训和技能提升计划。

5、半导体价值链中的初创企业、规模扩大企业、中小企业和其他公司获得资本的“芯片基金”活动。该倡议将通过支持初创企业、大规模扩大企业和中小企业广泛获得风险投资,以可持续的方式发展业务和扩大市场份额,支持创建繁荣的半导体和量子创新生态系统。希望提高欧盟预算支出的杠杆效应,并在吸引私营部门融资方面实现更高的乘数效应。向面临融资困难的公司提供支持,并解决巩固欧盟及其成员国经济韧性的需要;加快半导体制造技术和芯片设计领域的投资,利用公共和私营部门的资金,同时提高整个半导体价值链的供应安全。为了实施“欧洲芯片倡议”资助的合格行动和其他相关任务,欧盟将成立欧洲芯片基础设施联盟(“CIC”),监测执行情况的可衡量指标,及时汇报进展,推动目标实现。

三、430亿欧元预算恐怕远远不够

根据此前的计划显示，欧盟将在“下一代欧盟计划”（NextGenerationEU）、“地平线欧洲”（HorizonEurope）等欧盟预算中已承诺的300亿欧元的公共投资的基础上，到2030年再增加超过150亿欧元的额外公共和私人投资，使得总体的投资将达到430亿欧元。其中，110亿欧元将用于加强现有的研究、开发和创新，以确保部署先进的半导体工具以及用于原型设计、测试的试验生产线等。对于这样的资金分配框架，一些欧盟成员国存在分歧，较小的欧盟国家抗议这种安排通常有利于德国等已经拥有完善工业的较大经济体。据了解，担任欧盟轮值主席国的捷克政府选择取消一项从旗舰“地平线欧洲”研究计划中重新分配4亿欧元（4.16亿美元）资金的提议。似乎其他方面也缩减了一些资金，使得最终达成的《欧洲芯片法案》配套的补贴资金缩水到了430亿欧元。

“欧洲芯片法案”预计将动员430亿欧元的公共和私人投资，这其中33亿欧元来自欧盟的直接预算。其中包括通过HorizonEurope计划提供的16.5亿欧元和通过DigitalEurope计划提供的16.5亿欧元。在这一总额达33亿欧元的预算当中，28.75亿欧元将通过ChipsJointUndertaking实施。根据欧盟的预测，芯片需求预计将在2022年至2030年间翻一番。据估计，到2030年，半导体产业的价值约为1万亿美元。但是目前欧洲在全球半导体制造市场的份额仅为10%。欧盟汽车、IT和电信行业的大部分芯片都是在欧洲以外制造的，这给欧洲的爱立信、大众和诺基亚等公司带来了挑战。



在欧盟及《欧洲芯片法案》的推动下，英特尔、英飞凌、意法半导体和格芯（Global Foundries）等芯片生产商已经承诺在德国和法国建设数十亿欧元的设施，并将根据新的法规寻求补贴。最新的消息显示，台积电也正在考虑在德国投资建设28nm晶圆厂，但目前尚未最终决定。不过，在上游原材料及建设成本的上涨之下，叠加半导体市场复苏的不及预期，目前众多的晶圆制造商都开始缩减资本支出及放缓扩产。最新的报道显示英特尔330亿欧元在德国马德堡建造两个新晶圆厂的计划遭到了搁置，虽然欧盟承诺提供65亿美元的补贴，但是由于成本的上升，英特尔还在寻求寻求德国政府额外补助40亿至50亿欧元。显然，如果英特尔投资330亿欧元，就能拿走超过100亿欧元的补贴，欧盟希望依靠430亿欧元的投资在2030年实现20%芯片制造份额的目标是远远不够的。此前恩智浦半导体CEO库尔特西弗斯就警告称，欧盟为“芯片法案”分配的资金远远不足以实现其为2030年设定的目标。他认为，欧洲芯片制造商需要大约5000亿欧元的投资才能达到提议的20%的市场份额，而不是提出的430亿欧元。CLEPA-欧洲汽车供应商协会、政府事务高级政策经理William MOREAU此前也曾表示，要实欧洲芯片产量占全球芯片产量20%的目标，欧洲半导体产业实际上需要2400亿至6000亿欧元的私人投资总额，因此政策需要积极在调动对于私人投资吸引力方面发挥更大的作用。虽然一位欧盟官员表示，自去年宣布其芯片补贴计划以来，欧盟已经吸引了超过1000亿欧元的公共和私人投资。但这远远不够。总部位于华盛顿的战略与国际研究中心的技术专家保罗·特里奥洛（PaulTrio

lo)等分析师也表示,欧盟可能难以缩小与竞争对手的差距。“与美国一样,欧盟需要解决的关键问题是,有多少支持该行业的供应链可以转移到欧盟,成本是多少。”特里奥洛说。

四、会扭转欧洲大陆的衰落吗?

欧盟将斥资430亿欧元重振其半导体产业。虽然这听起来很多钱,但与韩国投资的4300亿美元和美国指定的2800亿美元相比就相形见绌了。欧洲需要有针对性地支出。谈判的最后要点是关于研发和制造应投入多少资金,以及各国政府或欧盟共同资金应提供多少资金。这些都不是最重要的问题。欧洲应该专注于其优势,包括成像、先进封装和功率器件,加强这些部门需要研发和制造。欧洲不应该做的是投资数十亿美元建造巨型代工厂来制造世界上最小型化的芯片,目前只有4纳米并且正在缩小。它的补贴是不够的。竞争激烈。以汽车行业为首的大多数欧洲行业都使用具有更大特征尺寸的基本芯片和“智能功率”芯片,因此进入超级高端市场几乎无法获得安全优势。在我看来,仅仅通过430亿欧元的投资就可以实现将欧洲市场份额从目前的10%左右增加一倍至20%的梦想,这简直是天方夜谭。相反,补贴应该加强重要的欧洲竞争优势。从成像开始。荷兰的ASML制造了世界上最先进的光刻机。比利时的IMEC和以著名的蔡司集团为首的一系列德国光学公司提供前沿研究和世界级的供应商网络。

欧洲的另一个关键优势是先进封装,即多个半导体相互堆叠的工艺。德国的Micro-SystemsEngineering处于世界领先地位,法德STMicroelectronics和德国的Infineon具有相当的专长。两家公司还拥有生产功率器件的尖端技术,能够以最节能的方式管理各种电流和电压。

在欧盟之外,瑞士拥有由EMMicroelectronic领导的超低功耗专业知识生态系统,源于其丰富的制表传统,而英国在剑桥欧洲最大的技术初创企业集群中拥有大量世界领先的设计专业知识。一个关键变量是德国试图拉拢美国半导体巨头英特尔。萨克森-安哈尔特州政府代表团上周飞往美国,英特尔计划在该地区投资170亿欧元建造制造厂。据报道,英特尔在承诺该项目之前希望获得额外补贴。这种投资可能不可持续。如果没有持续的补贴,这样一个大型项目似乎不太可能在德国这样的高成本国家具有竞争力。如果英特尔在欧洲投资先进制造业,它在东欧的情况会好得多,比如波兰或捷克共和国。两者都有较低的成本——而且拥有受过良好教育和熟练的劳动力。这是一个关键的争论:德国和法国是否会仅仅因为它们是最富有和最大的欧盟经济体而获得大部分补贴?由于大部分资金将来自国家预算,看起来德国可能成为大支出者和大受益者——这会损害更具竞争力但更小和更贫穷的国家?这些是我的半导体专业知识之外的政治问题。但风险仍然存在,即欧洲可能会投资于错误的地方。

另一个不确定因素是台湾。预计该地的芯片制造商台积电将很快提供有关其欧洲计划的更多信息。它可以投资东欧——或者决定不值得在欧洲投资,无论有没有补贴。公司已经拥有20%的世界市场份额和90%的最先进的四纳米和三纳米芯片。晶圆厂芯片巨头英伟达、博通和高通都依赖于台积电,该公司正在亚利桑那州建造一座价值数十亿美元的新晶圆厂。从商业角度来看,台积电不需要在欧洲进行类似的投资。只有在获得最大补贴的情况下,它才会继续进行。台积电在欧洲的工厂可能不会生产最先进的芯片——这些芯片将留在台湾。英国可能会失败,成为脱欧的又一个牺牲品。它不会参与新的欧盟芯片计划。我们已经等了相当长的时间,等待英国政府宣布自己的半导体战略。半导体需要规模,而英国实在是太小了,无法单独计算。真可惜。英国在半导体领域拥有相当大的影响力。ARM是最先进的芯片设计商之一,也是处理器许可领域无可争议的领导者。它诞生于我居住的剑桥,那里现在拥有重要的半导体生态系统。另一个令人印象深刻的芯片集群位于威尔士。它开创了复合芯片,即基于硅以外的其他材料(例如氮化镓)的半导体。英国在传感器方面堪称世界一流。最好的前进方式是支持这些英国标准承担者——并帮助他们开始在欧洲制造。东欧成本较低的高技能经济体可能会减少对中国的外包。不幸的是,从参与“地平线欧洲”计划的持续僵局来看,目前因英国脱欧而受阻的英国政府认为补贴在欧洲大陆的业务甚至参与欧盟的研究计划在政治上都是不可

接受的。

最后一点建议——确保欧盟的芯片补贴用于创新型中小企业和初创企业，而不仅仅是大公司。我们必须帮助充满活力的新来者成长，而不是仅仅将资金投入老牌巨头并倒退到逆行思维，试图让时光倒流，回到戴着玫瑰色眼镜看到的过去。还记得英国汽车业发生了什么事吗？1951年，英国是世界第二大汽车制造国，拥有奥斯汀、凯旋等著名品牌。管理失误促使这些世界知名企业寻求国家支持。补贴使他们变得低效。英国汽车公司失去了市场份额。他们合并为一家国有公司——直到他们倒闭。今天，我们没有国内汽车工业。欧洲必须在芯片方面做得更好。

(来源：半导体行业观察、感知芯视界)

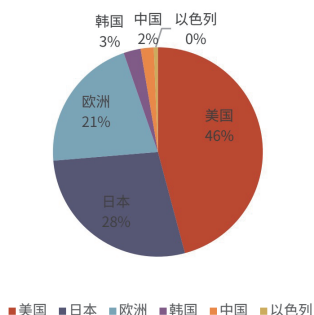
日本半导体设备出口限制升级对我国半导体设备行业影响

日本政府3月31日宣布，将高端半导体制造设备等23品类加入到出口管制对象，23品类产品包括极紫外线(EUV)相关产品的制造设备和使存储元件立体堆叠的蚀刻设备等，TokyoElectron、SCREEN控股和Nikon等约10家日本企业被认为将受到影响。

一、日本在全球半导体设备中占据很重要的行业地位，但不是主导地位。

1、日本厂商在全球半导体设备市场中约占28%，仅次于美国。根据我们对全球主要半导体设备企业2021自然年收入统计，日本设备厂商占全球半导体设备市场的份额达到28%，仅次于美国厂商市占率46%，高于欧洲市占率21%。

图 2：2021 年日本半导体设备的全球市占率

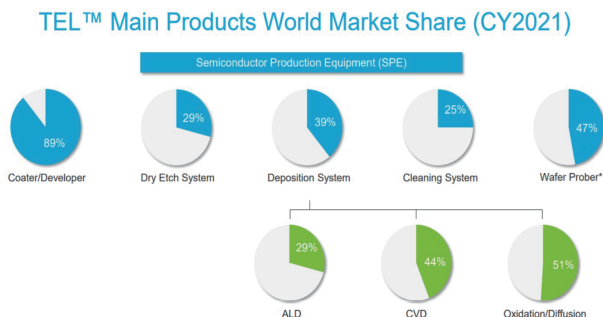


资料来源：各公司公告，光大证券研究所

半导体设备与材料

2、日本拥有一批知名半导体设备企业。TEL22财年收入164亿美元(居全球第四，LamResearch172亿美元位居第三)，DNS收入34亿美元，Advantest34亿美元，Disco21亿美元，东京精密11亿美元。(数据参考win)

图 1：东京电子各类设备的全球市占率



资料来源：TEL 公告，光大证券研究所 注：TEL 市占率为 21 年销售额口径数据

半导体设备与材料

3、前道设备：日本在涂胶显影、介质刻蚀、清洗设备、光刻机、热处理、CVD、量测、CMP等多个设备环节处于十分重要的行业地位。(1) 涂胶显影：根据东京电子(TEL)公告，Tel涂胶显影设备的全球市占率89%；(2) 干法刻蚀：TEL市占率29%；日立高科技也有蚀刻系统9000系列；(3) 清洗设备：TEL市占率25%，DNS市占率更高；(4) ALD：TEL市占率29%，KE也有炉管ALD；(5) CVD：TEL市占率44%；(6) 氧化扩散炉管：TEL市占率51%；(7) CMP：Ebara是全球第二大供应商(8) 量测：日立高科技处于CD-SEM垄断地位，LASERTEC处于EUV掩模版垄断地位；(9) 光刻机：Nikon、佳能也是全球重要的光刻机供应商，尼康覆盖型号较全。

4、封测设备：探针台、划片机、测试机等设备处于全球垄断地位。(1) 探针台：TEL市占率47%，东京精密也是核心供应商；(2) 划片、减薄：Disco处于绝对垄断地位；(3) 测试设备：Advantest与美国泰瑞达平分秋色。

5、晶圆生长与加工设备：切磨抛设备主要来自日本厂商。

表 1：日本设备厂商的主导产品及与之相对应的中国设备企业布局

	日本厂商	日本厂商市占率、行业地位	美国厂商	中国厂商
干法介质刻蚀	TEL、日立高科技	TEL 占 29%	Lam Research	中微
Track	TEL	TEL 占 89%		芯源微、盛美
ALD	TEL、KE	TEL 占 29%	Lam Research	拓荆、微导、盛美、北方华创
CVD	TEL、KE	TEL 占 44%	Lam Research、AMAT	拓荆、盛美、北方华创
扩散氧化	TEL、KE	TEL 占 51%	AMAT	盛美、北方华创、屹唐
清洗	TEL、DNS	TEL 占 25%、DNS 位居全球第一	Lam Research	盛美、北方华创、芯源微
探针台	TEL、东京精密	TEL 占 47%		长川、矽电
浸没式光刻机	Nikon	2022 自然年年销售 4 台	AMAT	
CMP	Ebara	Ebara 位居全球第二	AMAT	华海清科
CD-SEM	日立高科技	日立高科技垄断全球市场		东方晶源、上海精测
测试机	爱德万	与美国泰瑞达平分市场	泰瑞达	华峰、长川、联动
晶圆切割、减薄	DISCO、东京精密	日本厂商垄断		和研、光力、迈为、华海清科
EUV 掩模版检测	LASERTEC	绝对垄断		

资料来源：TEL 公告，Nikon 公告，光大证券研究所 注：TEL 市占率为 21 年销售额口径数据

二、日本厂商来自中国大陆的收入占比普遍在20%-30%上下，出口限制或将影响日本厂商销售额。

1、东京电子：22自然年第四季度来自中国大陆的收入占比22%；2、爱德万：22自然年第四季度来自中国大陆的收入占比33%；3、Disco：22自然年第四季度来自亚洲地区收入来源约占2/3；4、迪恩士：22自然年第四季度来自中国大陆的收入占比11%，预计下一季度升至25%。

三、日本对半导体设备出口限制升级，国产半导体设备厂商将迎难而上。

在日本厂商垄断程度较高的设备环节中，国产设备厂商均已有布局：1、涂胶显影：芯源微、盛美上海；2、CCP刻蚀：中微公司；3、清洗设备：盛美上海、芯源微、北方华创等；4、CD-SEM：东方晶源、上海精测；5、探针台：长川科技，矽电股份；6、晶圆切割：和研科技、光力科技、迈为股份；7、减薄设备：华海清科；8、硅片加工设备：晶盛机电。

四、半导体行业供应链阵容分化，技术创新与可控的趋势不可逆。

(来源：半导体设备与材料)

上海市科学技术委员会 江苏省科学技术厅 浙江省科学技术厅 安徽省科学技术厅

沪科规〔2023〕1号

长三角科技创新共同体联合攻关计划实施办法（试行）

第一章 总则

第一条（实施依据）为加快推进《长三角科技创新共同体建设发展规划》，根据《长三角科技创新共同体联合攻关合作机制》，在长三角科技创新共同体建设办公室领导下，按照长三角科技创新共同体建设工作专班部署，上海市科学技术委员会、江苏省科学技术厅、浙江省科学技术厅、安徽省科学技术厅（以下简称“三省一市科技厅（委）”）联合制订本办法。

第二条（实施目的）以“科创+产业”为引领，面向国家和长三角区域重点产业发展需求，发挥企业创新主体作用，布局关键技术攻关，促进产学研合作、大中小企业融通，引导以创新联合体等开放路径，带动项目、人才、基地、资金一体化配置，推动重点产业链关键核心技术自主可控。

第三条（资金来源）长三角科技创新共同体联合攻关计划资金主要由中央关于引导、支持地方科技创新发展有关的资金进行安排，三省一市应共同加大投入，扩大长三角联合攻关的资金规模，鼓励长三角地市县级共同投入。

第四条（支持方向）围绕集成电路、人工智能、生物医药等重点领域，聚焦2-3年可取得突破，且需要跨区域协同解决的创新需求，分批布局、协同攻关，生物医药类可以里程碑式分段推进。鼓励各地因地制宜，围绕重点产业培育、科技惠民示范等，自主布局联合攻关。

第五条（实施原则）坚持市场主导与政府引导相结合，按照公平公正、诚实信用的原则，发挥财政资金带动作用，引导通过创新联合体、揭榜挂帅、赛马制等合作模式或组织方式，支持企业成为技术创新决策、科研投入、组织科研和成果转化的主体，促进区域创新要素自由流动、创新主体高效协同。

第六条（职责分工）三省一市科技厅（委）负责落实本省（市）内联合攻关需求征集、评估、对接、项目实施等全过程组织工作；共同成立联合攻关专题推进组（以下简称“推进组”），负责联合攻关计划跨区域协调、综合管理。

第七条（平台支撑）充分发挥国家科技管理信息系统公共服务平台（以下简称“国科管平台”）的作用，为长三角联合攻关立项项目管理提供支撑。长三角一体化科创云平台（以下简称“云平台”）提供长三角联合攻关项目需求发布、协同管理等功能支撑，加强与国科管平台、各省市相关平台的数据共享。

第二章 需求提出与对接

第八条（需求征集）三省一市科技厅（委）面向若干重点产业领域，开展常态化的需求征集工作，共同征集符合条件的行业骨干企业的创新需求，引导企业凝练需要联合外部优势力量共同参与实施的揭榜任务。

第九条(需求评估)三省一市科技厅(委)共同邀请有关行业专家,围绕攻关需求与国家战略相符性、有效性、清晰度,以及产业链中关键技术难题的紧迫性、必要性等方面进行评估,形成长三角科技创新共同体联合攻关重点揭榜任务清单建议,按程序报批后对外发布。

第十条(需求发布)由三省一市科技厅(委)联合对外发布年度长三角联合攻关需求,面向国内外高校、科研院所等科研机构、科技企业等各类创新主体,征集解决方案。需求内容原则上不公开需求方,并根据该产业或技术领域实际简化发布信息。发布内容一般包括攻关名称、攻关任务、对外揭榜任务、项目预计投入、拟对外揭榜资金。其中,攻关任务应提出关键技术突破、关键产品研制、重大工程或重点企业应用等场景目标;对外揭榜任务是为实现上述目标需要外部创新主体参与解决的研究内容。

第十一条(需求对接)推进组将解决方案定期反馈至需求方,协助需求方通过组织项目路演、一对一交流等方式,细化创新需求,加速精准匹配。需求方应遵守公平公正的原则,力争找到真正解决问题的单位(科研团队)。鼓励长三角区域国家综合性科技创新中心等战略科技力量积极响应企业需求,动态组织、集结科研优势力量,提出解决方案。鼓励通过长三角国际创新挑战赛等三省一市相关平台,扩大供需对接渠道。

第十二条(储备入库)需求方找到解决方案的,可登录云平台,按要求补充相关信息,经审核后纳入长三角科技创新共同体联合攻关项目储备库。储备入库包括但不限于以下情形:

(一)对外揭榜需求全部找到意向解决方案的,可入库,显示“揭榜成功”状态;(二)对外揭榜需求部分找到意向解决方案的,可入库,显示“部分揭榜成功”状态,需求方继续寻找合适的解决方案;

(三)对外揭榜需求全部未解决,暂不入库,需求持续有效。在攻关名称和任务不变的情况下,需求方可结合研发实际,调整其中部分对外揭榜需求,不影响其他揭榜任务按程序执行。

第三章 项目组织与管理

第十三条(项目申报)三省一市科技厅(委)基于需求揭榜情况,组织专家研究编制长三角联合攻关指南,按程序报批后对外发布。纳入储备库的单位,以及符合指南方向的其他长三角区域单位,均可登录国科管平台进行申报。项目承担单位包括牵头单位、子课题承担单位、参与单位,牵头单位(需求方)根据任务目标和研发实际,确定子课题承担单位、参与单位、项目负责人、核心团队等。项目承担单位中应包括三省一市两地及以上的单位,需求解决方作为子课题承担单位参与。鼓励牵头单位构建跨学科、跨领域、跨区域的创新联合体,组织高校院所、产业链上下游单位、科技型中小企业等各类创新主体共同实施攻关任务。

第十四条(受理审核)由工作专班指定的相关管理机构受理申报书,对申报书内容的相符性、完整性进行形式审查,形式审查通过后进入评审环节。形式审查不通过的,可通知项目牵头单位在一定期限内补交相关材料,如未按期补交的,形式审查不予受理。

第十五条(项目评审)工作专班委托的相关管理机构会同三省一市科技厅(委)组织专家进行项目评审。评审专家从国家科技专家库中选取。原则上,评审频次为1-2次/年。

第十六条(项目立项)三省一市科技厅(委)共同确定拟立项建议名单,提交工作专班按程序报审后予以立项。按照属地化管理原则,由三省一市科技厅(委)分别组织与牵头单位签订项目(课题)合同和任务书。

第十七条(资金使用)项目立项时,三省一市科技厅(委)统筹资金预算实际,按照不高于项目投入的30%,基于牵头单位所在地相关管理办法落实支持资金。探索项目经费“包干制”,激发科研团队创新创造活力。牵头单位使用资金时,应符合中央、地方科研项目经费相关管理规定。项目验收前,牵头单位支付子课题承担单位的费用不低于双方技术合同额的80%。

第十八条(项目实施)项目实施周期一般不超过三年。项目承担单位应根据项目(课题)任务书确定的目标任务和分工安排,按照一体化组织实施的要求,履行各自的责任和义务,加强不同任务间的沟通、互动、衔接与集成,按进度高质量完成相关研发任务。牵头单位要发挥好项目统筹组织作用,按年度报送项目实施进展,

项目到期前三个月按所在地相关管理要求做好验收准备工作。

第十九条(项目管理)由牵头单位所在地科技厅(委)落实项目管理、验收等工作,加强服务。推进组建立清单式管理制度,配合做好协调保障和服务沟通等工作,及时跟踪评判项目执行情况、承担单位和人员的履约能力等。三省一市科技厅(委)在遵循各地项目管理要求基础上,共同建立绩效创新导向的成果评价机制。项目验收时,应突出成果创新水平、转化应用绩效和对经济社会发展的实际贡献,鼓励引导社会资本支持联合攻关项目成果转化和产业化。

第二十条(监督评估)按照国家有关管理办法和流程要求组织开展监督评估工作。项目牵头单位应当依据国家和所在地项目管理要求,建立健全内控制度和常态化的自查自纠机制,加强风险防控,强化管理人员、科研人员的责任意识、绩效意识、自律意识和科研诚信,组织其他项目承担单位积极配合监督评估工作。项目信用信息(含项目承担单位和负责人等)纳入国家和三省一市科研信用记录管理,作为今后参加有关项目(课题)申报和管理等的重要依据。

第四章 附则

第二十一条(范围扩展)本办法实施中,探索拓展长三角联合攻关项目指南征集渠道方式,加强长三角地区与粤港澳、京津冀、中西部等区域的协同联动,依照有关规定予以推进。

第二十二条(实施日期和有效期)本办法自2023年4月6日起施行,有效期至2025年4月5日。由三省一市科技厅(委)负责解释。



信息索引号	002489452/2023-00116	公开形式	主动公开
文件编号		成文日期	2023-04-11
发布机构	市经信局	信息分类	通知文件
点击率	2533		

杭州市经信局关于组织开展2023年第一批杭州市工信领域项目申报工作的通知

各区、县(市)经信局(发改经信局、经发科技局):

根据《中共杭州市委杭州市人民政府关于实施“新制造业计划”推进高质量发展的若干意见》、《中共杭州市委杭州市人民政府关于加快建设“未来工厂”的若干意见》、《杭州市人民政府办公厅关于印发杭州市推进软件和信息技术服务业高质量发展若干政策的通知》、《关于印发国家(杭州)新型互联网交换中心补贴方案实施细则的通知》和《杭州市工信专项资金项目管理细则的通知》等有关文件精神,经研究,决定开展2023年第一批杭州市工信领域项目申报工作。

本次项目申报包括以下五类:2023年杭州市——制造业数字化改造攻关项目、“未来工厂”培育企业、装备制造业重点领域首台(套)产品推广应用、推进软件和信息技术服务业高质量发展若干政策和国家(杭州)新型互联网交换中心补贴项目。

本次项目申报采取线上和线下相结合方式。企业网上申报请登录市经信局门户网站—杭州市企事通直报平台，线上申报提交成功后，须打印纸质件并盖章（一式4份）报送属地经信部门审核。各地经信部门初审，线上请登录杭州市工信专项资金项目管理系统，并将审核通过的项目行文报送市经信局（一式3份）。现将五类项目申报的有关具体事项通知如下：

一、2023年杭州市制造业数字化改造攻关项目

（一）申报范围和条件

重点围绕生产智能化、产品智能化、服务智能化，鼓励制造业企业应用物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术，对产品设计、生产制造、经营管理、销售服务等全环节流程进行数字化改造的项目。

鼓励龙头骨干企业，围绕供应链业务协同，组织上下游企业开展“1+N”形式的数字化改造。“1”指牵头实施改造的企业，“N”指围绕供应链协同实施同步改造的企业。

1.申报企业须为杭州市域范围内登记注册、具有独立法人资格的制造业企业；企业财务管理制度健全。

2.企业信用良好，未被列入杭州市公共信用信息平台失信联合惩戒对象名单。

3.项目原则上要求2022年1月1日以后开工，核定投资额（设备、软件、外购技术与服务）200万元（含）以上。申报企业须未曾享受市级数字化改造奖补政策。

4.鼓励细分行业中小企业以“1+N”形式组团申报。其中，“1”类项目申报企业不受是否享受过市级数字化改造奖补的限制，“N”类项目核定投资额可放宽至200万元以下。

（二）企业申报材料

（三）工作要求

二、2023年杭州市“未来工厂”培育企业

（一）申报范围和条件

“聚能工厂”：重点面向平台型企业、制造业龙头骨干企业，旨在构建具有大规模、分布式、多品种制造能力的组织型制造体系，打造巨量订单的承接能力。

“链主工厂”：围绕省市标志性产业链建设，重点面向“雄鹰企业”“单项冠军”“小巨人”企业，旨在建设以“链主工厂”为核心的、具有全球竞争力和供应链控制力的产业链供应链体系。支持“链主工厂”建设工业互联网平台，面向产业链企业提供基于技术和产业优势的专业化服务，引育产业链核心环节企业，提升行业整体竞争力。

“智能工厂”：以打造智能化标杆为目标，围绕六大“新场景”（数字化设计、智能化生产、网络化协同、共享化制造、个性化定制和服务化延伸），深化应用5G、人工智能、大数据等先进适用技术。

“数字化车间”：推进装备和产线数字化升级，实施计划、制造、品控、仓储等应用系统集成，提高生产效率和柔性制造能力。支持中小企业深入推进“数字化车间”改造，积极嵌入“聚能工厂”生态圈和“链主工厂”配套链，剥离设计、销售、服务等环节，实施企业整体的“车间化”转型。

“云端工厂”：主要指“有自己的品牌产品，没自己的实体工厂”的生产性服务类企业，比如：电商平台、工业设计企业、网络营销组织、创新孵化器等市场主体，通过委托加工的形式，在“云端”生产制造自主品牌产品，将自身转化为新制造主体。

1.申报企业须为杭州市域范围内登记注册的独立法人企业，其中“链主工厂”“智能工厂”“数字化车间”申报企业须为制造业；企业财务管理制度健全。

2.企业信用良好，未被列入杭州市公共信用信息平台失信联合惩戒对象名单。

3.2021年、2022年已被评定为“数字化车间”“智能工厂”的企业，可按“数字化车间”“智能工厂”“链主工厂”次序，向上逐级申报；2021年、2022年已列入杭州市“未来工厂”培育库但未评定的企业，无需再次申

报培育。

(二) 企业申报材料

(三) 工作要求

三、2023年杭州市装备制造业重点领域首台(套)推广应用项目

(一) 申报范围和条件

凡是购买浙江省首台(套)产品推广应用指导目录(2023年版)中,在杭州市行政区域内研发、生产的国际、国内、省内装备制造业重点领域首台(套)产品的应用企业,均可申请奖励。申请的企业应具备以下条件:

1. 杭州市域范围内注册的独立法人企业;企业财务管理制度健全。
2. 企业信用良好,未被列入杭州市公共信用信息平台失信联合惩戒对象名单。
3. 与首台(套)产品研发企业不存在关联交易或相互投资、参股、控股等关系。

(二) 企业申报材料

(三) 工作要求

四、2023年杭州市推进软件和信息技术服务业高质量发展若干政策项目

(一) 申报范围和条件

凡在我市依法登记注册,以软件开发、系统集成、应用服务和其他相应技术服务为主营业务,符合《中华人民共和国工业和信息化部国家发展改革委财政部国家税务总局公告》(2021年第10号)规定条件的软件企业,符合相关政策条款的均可申报。

1. 支持企业做大做强:营收首次上相应规模的,需填报五年来企业营收数据。(营收数据以企业年度审计报告与市税务局、市统计局比对为准)

2. 支持加大研发投入:需同时满足“2022年营收2亿元(含)以上”“营收增速超过20%”“研发投入占营收的比例超过20%”三个条件。(营收、研发投入数据以企业年度审计报告与市税务局、市统计局比对为准)。

3. 鼓励自主软件推广应用:申报“首版次应用推广”的,首版次软件产品符合部、省首台(套)产品应用推广目录并在有效期内,需填写前3年营收增速均超10%的情况、软件销售超1000万元情况;申报“获评国家级优秀项目(方案)”的,项目须在2022年11月25日(含)以后公布的入选名单,如获评项目为“网络安全技术应用试点示范项目”且以联合体入选的,申报企业需为牵头单位。

4. 鼓励高端软件协同创新:需为龙头骨干企业牵头协同创新,在基础软件、工业软件以及人工智能、大数据、区块链、元宇宙等未来产业领域开展重大软件产品创新研发。申报企业需提供协同创新相关情况说明,包括但不限于项目自主可控程度、创新性、对国外产品的可替代性以及实际应用成效、取得的重大经济社会影响或科技成果等。

5. 培育开源生态:需为基于自主技术开源项目开发的原创软件产品,申报企业需填报开源项目基本信息,以及原创软件产品对开源项目的贡献度、下载量等相关情况。

(二) 企业申报材料

(三) 工作要求

五、2023年国家(杭州)新型互联网交换中心补贴

(一) 申报对象及范围

1. 申报对象

国家(杭州)新型互联网交换中心(以下简称“交换中心”)、已接入交换中心的杭州市域范围内登记注册的、具有独立法人资格的企业。

2. 分类申报范围

(1) 传输线路租赁补贴:2022年7月1日-2022年12月31日,企业远程接入交换中心产生的传输线路租赁费用。

(2) BGP流量补贴:2022年7月1日-2022年12月31日,企业远程接入交换中心产生的BGP流量费用。

(3) 交换中心运营补贴:国家(杭州)新型互联网交换中心运营企业2022年7月1日-2022年12月31日产生的运营费用。

(二) 申报材料

(三) 工作要求

六、其他

杭州市经济和信息化局

2023年4月7日



(扫一扫, 查看政策原文)



杭州高新开发区(滨江)支持“专精特新”企业加快发展的实施意见

为贯彻落实《浙江省人民政府办公厅关于大力培育促进“专精特新”中小企业高质量发展的若干意见》(浙政办发〔2022〕19号)、《杭州市人民政府办公厅关于印发杭州市加快中小企业“专精特新”发展行动计划的通知》(杭政办函〔2022〕29号)等文件精神,进一步激发我区中小企业创新创造活力,加快推动“专精特新”企业梯队培育和高质量发展,为打造具有全球影响力的先进制造业强区提供有力支撑,特制定本实施意见。

一、总体要求

围绕全区智能物联、生物医药、高端装备、新材料与绿色能源五大产业生态圈,聚焦区内重点产业“锻长板”“补短板”“强弱项”“填空白”,分级培育一批“专精特新”企业。力争到2025年,累计培育省级“专精特新”中小企业500家以上、省级“隐形冠军”企业25家、国家级专精特新“小巨人”企业100家、国家制造业单项冠军企业12家左右,推动“专精特新”企业培育发展工作继续走在省市前列。

二、扶持政策

(一) 壮大实施主体

1. 强化企业梯次培育。推动创新型中小企业向“专精特新”中小企业、专精特新“小巨人”企业梯次升级。对“单项冠军”企业、专精特新“小巨人”企业、“隐形冠军”企业、省级“专精特新”中小企业分别最高给予200万元、100万元、100万元、20万元一次性奖励。

2. 加大招商引资力度。加强“专精特新”企业储备,大力引进海归人才、国内博士、外国专家等各类拥有自主知识产权的人才来我区创新创业,可按照“5050计划”给予政策支持。对新引进符合高新区产业导向的项目,根据项目投资、创新能力、产出效益等情况,可分档给予三年房租补贴政策支持;对技术创新能力强、产业化前景广及特别重大投资项目,可视情在房租补贴上加大支持力度,并给予一定比例的研发资助支持。

(二) 鼓励创新引领

3. 支持加大研发投入。支持“专精特新”企业申报各类技术攻关和创新项目,企业申报国家、省、市级的重大研发、产业化、技术改造等各类项目,按照要求给予配套。支持“专精特新”企业申报“瞪羚企业”,给予相关政策倾斜。落实政府采购支持首台(套)产品政策,对各级认定的“专精特新”企业首台(套)产品(包括首台套装备、首批次新材料、首版次软件),区级给予最高不超过50万元的一次性奖励。鼓励“专精特新”企业设立研发机构,新认定为国家级、省级、市级研发中心(企业研究院、重点实验室、工程研究中心、工程实验室、工程技术研究中心、企业技术中心)的,分别给予100万元、50万元、20万元奖励。

4. 加强公共服务平台建设。鼓励“专精特新”企业围绕区重点发展产业、战略性新兴产业和未来产业,建设共性技术研发平台,开展应用基础研究、共性技术研究和前沿技术研究,为科技型企业提供公共化、专业化、社会化服务。经认定,给予其项目投入的50%、最高不超过2000万元的补贴。减免“专精特新”企业检测、实验费用,对购买符合要求的创新券载体平台服务的企业,给予不超过认定登记的技术服务合同金额30%补助,单个企业年最高额度不超过50万元。

5. 实施协同创新工程。支持“专精特新”企业参与组建以领军企业、“链主型”企业为主的创新联合体,通过目录引导、揭榜挂帅等方式,实施关键核心技术攻坚行动。支持企业申报实施国家、省、市重点研发计划项目,参与产业基础再造和制造业高质量发展专项项目,每年安排不少于1亿元资金,重点用于支持协同创新项目。

6. 加强知识产权保护。鼓励“专精特新”企业参与实施专利导航项目、培育高价值专利组合、组建产业知识产权联盟和提升创新主体知识产权管理能力。推进“专精特新”企业主导或参与国际、国家、行业、“浙江制造”和团体标准制定。鼓励知识产权质押融资和保险,对利用知识产权质押获得金融机构贷款的企业,给予实际贷款额银行基准利率的50%贴息资助,每家企业年贴息额度不超过200万元。

7. 推动创新成果转化。全面落实省、市科技成果转化改革试点,完善知识价值导向分配机制,开展市场化多元化评价,推行科技成果经理人制度,加快“专精特新”企业成果转化。支持“专精特新”企业与高校、科研院所等开展技术需求和科研成果转化对接,推动供需双向“揭榜”。鼓励保险机构开展首台(套)重大技术装备险、新材料首批次应用保险等业务,对投保首台(套)产品实行分档阶梯保险补偿机制。

(三) 强化要素保障

8. 强化金融服务。鼓励银行机构推出“专精特新贷”,满足企业不同阶段的资金需求。引导政府性融资担保机构开发“专精特新保”,迭代推出科创保2.0,降低担保综合费率,为“专精特新”企业提供最高300万元见贷即保产品。鼓励保险机构推出“专精特新险”,为企业提供信用保证保险产品。依托上马石企业服务平台,归集金融机构各类金融服务产品,及时征集响应“专精特新”企业融资需求,促进供需双方精准对接。发挥产业扶持基金的引导作用,通过战略合作、非同股同权投资、同股同权直接投资、合作基金投资等模式解

决“专精特新”企业不同发展阶段的资金问题。鼓励企业直接融资，对获得创投机构投资额累计达1000万元及以上的“专精特新”企业，经认定，给予企业三年房租补贴和专项奖励。

9.加强上市培育。加强与交易所合作共建培训基地，每年安排500万元的专项培训经费，做好“专精特新”企业上市服务工作，将优质企业纳入上市后备企业资源库。支持“专精特新”企业上市融资，对拟上市企业境内上市的按进度、分阶段给予奖励400万元；企业境外上市的，给予一次性奖励300万元。

10.强化人才支撑。全面落实各类人才引进政策，推动待遇落实，在子女就学、人才房等方面可给予优先保障。支持“专精特新”企业与高等院校、专业机构建立人才合作培训或订单式培养机制，给予相关配套专项补助。

11.保障用地需求。加强“专精特新”企业产业空间需求对接服务，根据企业发展需要给予供地或供楼，优先保障区内优质“专精特新”企业的产业发展空间，企业供地或供楼需求可即提即议。全力盘活存量工业用地，拓展“专精特新”企业发展空间。

12.强化数字赋能。遴选一批数字工程服务机构为“专精特新”企业提供数字化转型评价诊断服务和解决方案。支持“专精特新”企业围绕六大“新场景”推进数字化改造深度覆盖，打造一批行业改造示范标杆。对评定为“链主工厂”“智能工厂”和“数字化车间”的“专精特新”企业，分档给予补助。支持“专精特新”企业开展数字化攻关，经认定，按项目实际投资给予最高不超过100万元的补助。

(四) 加快产业链融通发展

13.加强产业链供应链对接。组织开展产业链供应链对接专场活动，组织产业本地适配与需求对接，推动更多“专精特新”企业加入链主企业的供应链，促进产业链协同发展。鼓励链主企业加大本地上下游“专精特新”企业生产配套订单，对年度执行订单增量较大的链主企业，按增量规模给予一定奖励。

14.助力企业市场开拓。鼓励区内企业采购“专精特新”企业的新技术、新产品、新服务。鼓励“专精特新”企业参加招投标和政府采购活动，其生产的设备、产品使用不可替代的专利或专有技术的，可不进行招标或采用单一来源方式进行采购。鼓励“专精特新”企业在本区举办符合区重点产业导向的国际展会，经认定，给予最高不超过100万元的单次展会补贴额度。鼓励企业多模式参加境外展会（含代参展、线上展），单家企业年度展位费补贴不超过20万元。

(五) 强化精准服务

15.完善专属服务机制。实行服务专员工作机制，在各项助企服务工作中，明确每家“专精特新”企业配备1名服务专员，指导企业确定服务联络员，引导政策资源精准对接，协调解决突出困难问题，推动企业高质量发展。引导中小企业公共服务示范平台、小微企业创新创业示范基地、专业化公共技术服务平台等组织为“专精特新”企业提供专属服务产品。

16.加强企业培训交流。组织召开“专精特新”培训班，进一步扩大“专精特新”的企业知晓度与普及度，做好政策解读及申报服务工作，便捷企业申报渠道。面向“专精特新”企业经营管理者、专业技术人员、技术工人组织开展多层次培训辅导，提供政策咨询、管理提升、检验检测、技术转移、人才培养、市场开拓、投资融资等全方位指导服务。

三、附则

- 1.本意见所涉补贴含市、区两级资金，同一项目按照“从高、从优、不重复”原则执行。
- 2.本意见自2023年5月12日起施行，有效期三年。具体由区经信局会同财政局负责牵头实施。

杭州高新技术产业开发区管理委员会 文件 杭州市滨江区人民政府

杭高新〔2023〕5号

关于促进新一代人工智能创新发展、推动产业生态建设的若干政策

为全面贯彻落实中央、省、市关于发展新一代人工智能重大决策部署，抢抓产业发展战略机遇，聚焦“算力、算法、数据”三要素，进一步加大资源投入力度，推动形成具有全球吸引力的新一代人工智能产业生态和国际竞争力的自主创新高地，为建设“两个天堂”、冲锋“两个先行”培育新动能，特制定以下意见。

一、扶持对象

本意见适用于杭州高新开发区（滨江）主要从事人工智能产品研发、生产、销售及相关服务的企事业单位和经认定的机构。

二、扶持政策

（一）大力支持研发创新

1. 支持认定研发实体。鼓励企业联合高校和科研院所等设立人工智能重点实验室、工程中心。对新认定的国家、省重点实验室（工程技术研究中心），分别给予1500万元、300万元奖励；对新认定的省级企业研究院，给予50万元奖励；对新认定的国家、省、市级工程研究中心和企业技术中心，分别给予100万元、50万元、20万元奖励。

2. 支持关键技术研发。鼓励针对人工智能关键技术开展研发攻关，支持申报市重大科技创新项目人工智能专项，对入选项目，按研发投入的20%给予补助，最高不超过500万元。入选省数字经济重大科技专项的人工智能项目，按规定给予支持。

3. 奖励前沿科学研究。以第一作者或通讯作者身份在CNS (Cell/Nature/Science) 及其大子刊、CCFA类期刊/会议发表人工智能相关论文，分别给予最高10万元、2万元奖励。

（二）大力培育市场主体

4. 加强企业招引培育。新引进（含增资）人工智能项目，经审核，给予租用研发、办公、生产经营用房房租补贴支持。加快培育一批本土人工智能细分领域的领军企业和隐形冠军，实施“一对一”全生命周期精准服务。支持人工智能企业申报国家、省、市相关政策。

5. 鼓励加大研发投入。人工智能规上（限上）科技型中小微企业中，年度新增研发费用超过200万元，且增幅排名在全区前25位的，按最高10%给予新增研发费补贴，单家企业年度补贴不超过200万元。

（三）大力推进数据要素市场化

6. 支持高质量数据集公开交易。鼓励企业或机构将用于人工智能相关研发的高质量数据集接入数据公开交易平台，数据集被超过3家区内非关联企业调用的，经认定，按该数据集单次流通收益的10%给予奖励，单家企业年度补贴不超过100万元。

7. 支持人工智能及大数据交易平台发展。鼓励人工智能及大数据交易平台服务区内企业，经认定，给予平台年交易额（非关联企业）1%的补贴，单家平台企业年度补贴不超过100万元。

（四）大力支持使用自主创新算力

8. 鼓励算力服务机构提供免费试用和适配服务。使用“杭州人工智能计算中心”等平台算力服务的用户，需要进行试用和迁移适配的，鼓励算力服务机构提供免费的试用期和迁移适配服务。

9.降低算力服务成本。鼓励使用杭州高新开发区(滨江)“杭州人工智能计算中心”算力资源,按照服务合同金额的50%给予算力补贴,单个主体年度补贴金额不超过100万元。

10.鼓励基础模型开发。鼓励开发具有较强功能泛化能力,满足多场景识别要求,可为下游应用开发提供预训练的基础模型,对于实现一定规模商用的,经认定,给予一年内不超过10P的专属算力资源奖励。

(五)大力支持应用示范

11.支持建设场景化开放服务平台。鼓励行业龙头企业自主投资建设面向人工智能的场景化开放服务平台。对外服务企业数达到50家(含)以上的,经认定,给予项目投资额20%的资金支持,单家企业最高300万元。

12.加快场景应用。支持承担国家、省、市的人工智能应用示范项目,对在我区落地并推广的人工智能重大应用成果,经认定,分别给予最高50万元、30万元、10万元一次性支持。

13.加强“首台(套)”应用支持。在智能网联汽车、智能家居、智能芯片、生命大健康、高端检验检测、测试分析领域实施“首台(套)”制度,对符合条件的人工智能创新产品,按照相关流程,给予首购首用的支持。鼓励区内园区、企业购买优质人工智能产品与服务。

(六)大力培育产业生态

14.支持建设产业组织,鼓励开展高水平交流活动。支持建立人工智能产业联盟、协会等行业组织,支持建立人工智能专家委员会等专家智库,发布人工智能发展报告,对人工智能项目进行评审、评优。鼓励在我区举办人工智能高端峰会、论坛活动,经备案,给予承办方50%的场租费补贴,单次补贴额度不超过100万元。

15.加强人才生态建设。支持科研机构 and 新型研发机构培养、引进人工智能人才团队。在“5050”计划中,突出对人工智能人才的遴选支持。对于达到条件的,参照《关于加强和改进新时代人才工作推进天堂硅谷人才行动的实施意见》给予支持。

16.加大金融政策支持力度。推动战略性新兴产业投资基金、创业投资引导基金、天使投资引导基金加大对人工智能企业的投融资支持力度。鼓励企业通过境内外上市、并购重组、发行债券等方式扩大直接融资。鼓励商业银行加大对人工智能企业的金融支持力度,支持人工智能中小微企业发展。

17.推动产业协同发展。鼓励新型产业创新组织牵头企业加大本地上下游企业生产配套订单,支持企业以技术转让、许可使用、作价投资等方式承接市内各类新型产业创新组织科技成果转移。对于达到条件的,参照《推动创新链产业链“两链”深度融合的若干政策》(杭高新〔2022〕7号)给予支持。

三、附则

1.人工智能产品是指具有感知、算法和认知等具备人工智能特征的工业产品和服务产品。

2.同一产品、项目、标准获得多项资助(奖励)的,按“从优、从高、不重复”原则进行资助(奖励)。同一奖项在低等次已作资助(奖励)的,晋升到高等次时补足差额部分。

3.鼓励社会资本参与人工智能算力基础设施项目建设,审核认定后的项目,可参照本政策进行相关支持。

本意见自2023年5月8日开始施行,由区政府负责解释,有效期至2026年5月8日。



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活动，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