

AI驱动全球集成电路代工新增长

本报记者 许子皓

Counterpoint Research发布的《按节点划分的代工收入、良率与产能利用率追踪报告》中提出,半导体产业已正式迈入“晶圆代工2.0”时代,这一阶段以制造、封装与测试的深度整合为特征,并在全球AI热潮的推动下实现更高质量的增长,2025年全年晶圆代工2.0市场营收增速约为15%。其中,纯晶圆代工市场预计同比增长26%,将在未来几个季度AI GPU与AI ASIC持续出货的支撑下,成为整体市场扩张的关键动力。

营收高速增长 AI成核心引擎

此前数年,集成电路代工行业受周期性波动、供应链重构及终端需求疲软等多重因素影响,始终在低位徘徊。而2025年,对AI的需求爆发,让行业彻底摆脱低迷态势,迈入高速增长期。DIGITIMES的研究报告显示,2025年全年全球晶圆代工营收达1994亿美元,同比增幅超25%,创下过去十年最高增速,2025年至2030年期间,年复合增长率将保持14.3%的高位,成为半导体产业景气度的核心推进器。

这一突破性增长并非由单一领域驱动,而是呈现出“AI引领、多领域协同复苏”的多元化格局。其中,高性能计算(HPC)与AI加速器需求的爆发式增长构成了行业增长的核心动力。随着生成式AI、大模型训练与推理、智能驾驶、边缘计算等新兴应用场景的快速普及,市场对高性能、高算力芯片的需求呈指数级增长。以AI大模型为例,训练一个千亿参数级别的大模型需要上万颗高性能GPU协同工作,而每一颗GPU的制造都离不开先进工艺晶圆代工的支撑。这种爆发式需求直接拉动了7nm及以下先进工艺晶圆的产能紧张与订单激增。

与此同时,消费电子、汽车电子等传统下游领域对先进工艺和特色工艺芯片的需求也在持续扩张。消费电子领域,高端智能手机、平板电脑、笔记本电脑等产品不断追求更高的性能、更低的功耗和更丰富的功能,对芯片的工艺提出了更高要求;汽车电子领域,随着新能源汽车、智能网联汽车的渗透率快速提升,车载芯片的需求呈现爆发式增长,无论是自动驾驶所需的高算力芯片,还是车身控制、电源管理等领域的特色工艺芯片,都为晶圆代工行业带来了巨大的市场空间。此外,全球半导体供应链本土化布局加速带来的产能建设热潮,也为行业增长提供了重要支撑。

TrendForce集邦咨询的数据显示,2025年第三季度全球晶圆代工产业,以7nm含以下先进工艺生产的高价晶圆贡献营收最为显著,加上部分厂商得益于供应链分化商机,推动全球前十大晶圆代工厂商第三季度合计营收季增8.1%,接近451亿美元。

SEMI总裁兼首席执行官Ajit Manocha表示:“AI继续成为全球半导体行业的变革力量,推动先进制造产能的显著扩张。AI应用的迅速普及正在刺激整个半导体生态系统的强劲投资,凸显了其在推动技术创新和满足先进芯片激增需求方面的关键作用。”

从全球代工产能分布来看,中国大陆凭借庞大的内需市场、完善的产业链配套、持续的政策支持以及不断提升的技术实力,成为全球晶圆代工产能增长的核心区域。中芯国际、华虹集团、合肥晶合等本土企业持续扩充产能,同时吸引了部分国际企业在中国大陆布局,推动了区域产能的快速增长。中国台湾地区仍是全球晶圆代工产能的主要集聚地,台积电、联电等头部企业的核心产能集中于此,尤其是在先进工艺领域具有绝对优势。

近日,集成电路代工行业领军企业台积电发布了2025年第四季度财报,实现合并营收约为2308.72亿元,同比增加20.5%,净利润约为1116.6亿元,同比增长35%,创下新高,并且这是台积电连续第八个季度实现利润同比增长。

2025年,全球集成电路代工行业迎来历史性增长拐点,在人工智能(AI)需求爆发、成熟工艺结构性复苏及产业格局深度调整的多重作用下,市场规模创下新高。



图为三星员工展示晶圆

但专家预测,随着台积电等企业加速向先进工艺转型,收缩成熟工艺产能,中国台湾地区的产能增长速度将逐渐放缓。Yole Group预测,中国大陆晶圆代工产能占比将从2024年的21%提升至2030年的30%,区域增长潜力极为显著。

先进工艺迭代加速 成熟工艺结构性升级

2025年,晶圆代工行业的技术竞争焦点集中在先进工艺迭代与先进封装突破两大领域。同时,成熟工艺围绕汽车电子、物联网等新兴应用领域实现结构性升级,整个行业的产品结构持续向高附加值方向倾斜,技术创新与市场需求的深度融合推动行业进入高速发展阶段。

先进工艺向3nm及以下节点的快速推进成为行业技术发展的核心趋势。

台积电作为绝对的行业领导者,3nm、5nm等先进工艺成为其增长的核心驱动力。3nm工艺出货占台积电2025年第四季度晶圆销售金额的28%,5nm工艺占比35%,7nm工艺占比14%。总体的营收达到全季晶圆销售金额的77%。而其N2(2nm)工艺于2025年年底进入量产准备阶段,该工艺采用了背面供电技术,通过将供电线路从芯片正面转移到背面,有效减少了信号干扰和功耗损失,能够将芯片性能提升约20%,功耗降低约30%,适配下一代AI大模型、高端智能手机处理器等对性能和能效要求极高的产品需求。客户结构上,AI服务器与高端智能手机相关订单主导了台积电的增长。其中,HPC业务占比达到57%,成为第一大业务板块。苹果、英伟达等核心客户长期锁定台积电的大量产能,英伟达的AI GPU芯片、苹果的A系列处理器等核心产

品均由台积电独家代工,这些大客户的稳定订单推动台积电全年收入增速进入30%区间中段。

公开资料显示,台积电的产能已经满载,为了集中资源发展先进工艺,台积电加速收缩成熟工艺产能,2025年正式启动8英寸晶圆减产计划,目标在2027年实现部分厂区全面停产,将更多的资源向3nm及以下先进工艺与CoWoS封装等高端领域倾斜。

台积电预计公司2026年第一季度营收为346亿美元到358亿美元之间。

三星的代工业务在2025年第三季度的营收为31.84亿美元。据了解,为了追赶台积电的步伐,三星电子器件解决方案事业部(DS)的晶圆代工事业部目前正在与AMD洽谈,双方拟采用其自主研发的2nm第二代(SF2P)工艺合作开发下一代CPU,很可能是EPYC Venice CPU,并且使用先进的多项目晶圆(MPW)技术对该芯片进行原型制作,两家公司计划在2026年1月左右最终敲定合同,届时将评估该工艺是否能够达到AMD所需的性能水平。不过,业内人士普遍认为量产的可能性很大。

三星的晶圆代工自2022年以来一直处于亏损状态,在第三季度财报中,三星表示:“我们获得了创纪录的订单,主要集中在先进工艺上,包括来自大型客户的2nm工艺订单,并且我们的亏损也大幅下降”。据报道,三星晶圆代工业务今年第三季度的亏损已降至1万亿韩元以下。三星已设定管理目标,力争在2027年实现半导体代工业务盈利。

另外,三星将在2月份推出Galaxy S26系列,并全球首次搭载Exynos 2600芯片,这颗芯片采用三星第一代2nm工艺,是全球首款2nm手机芯片。并且,三星正在准备下一代旗舰芯片Exynos 2700,其内部代号为Ulysses,它将首发三星第二代2nm工艺,并

搭载Arm C2架构。据悉,三星第二代2nm工艺对比第一代性能提升12%,功耗降低25%,面积缩小8%。

英特尔作为全球半导体行业的传统巨头,在晶圆代工领域的布局也备受关注。其18A工艺以高算力为定位,瞄准AI芯片市场,试图通过差异化技术路线抢占市场份额。18A工艺采用了英特尔自主研发的RibbonFET(全环绕栅极晶体管)架构和PowerVia背面供电技术,具有极高的性能密度和能效比。但该工艺的大规模量产仍需突破良率瓶颈,英特尔计划在2026年实现18A工艺的量产,与台积电的N2工艺展开直接竞争,这将成为未来先进工艺领域的一大看点。

“工艺+封装”协同优化 行业迈入“代工2.0”时代

集邦咨询研究指出,当前先进工艺的竞争已不再是单纯的晶体管尺寸缩小,而是转向了“工艺+封装”的系统级解决方案竞争。

随着芯片性能不断提升,传统的封装技术已难以满足芯片高带宽、高密度集成的需求,先进封装技术成为提升芯片整体性能的关键环节。因此,头部厂商不仅需要工艺上不断突破,还需要在先进封装技术上持续投入,通过“工艺+封装”的协同优化,为客户提供更具竞争力的系统级解决方案。这一趋势使得行业的技术与资本投入门槛持续提高,头部厂商的垄断优势进一步巩固,中小厂商在先进工艺领域的生存空间越来越小。

受AI加速器高带宽、高密度集成需求的驱动,CoWoS(晶圆级系统集成)封装的供需缺口持续扩大。CoWoS封装技术能够将逻辑芯片、HBM(高带宽存储器)等多个芯片集成在一个封装体内,大幅提升

从“专业培养”走向“跨专业覆盖”的电磁识教育

当前高等教育中电磁相关教学多集中于少数专业方向,难以适应信息化背景下系统问题高度交叉融合的发展趋势。建议在“十五五”实施过程中,进一步强化电磁识教育布局,将电磁科学作为科学技术人才培养中的重要基础内容,通过面向多专业的课程体系设计,使更多学生在高等教育阶段具备必要的电磁科学素养。这种识化培养有助于从源头上提升技术人才对电磁问题的理解能力,减少工程实践中的系统性风险。

完善学科体系,推动电磁科学一级学科建设

电磁科学横跨物理、电子、信息等多个领域,是支撑电子信息技术发展的关键基础。建议从学科长远发展和国家电子信息技术全局出发,统筹推进电磁科学一级学科建设。在此基础上,完善课程与科研平台布局,建立科学的人才培养机制和学术评价体系,推动学科资源、实验条件和师资力量的协同发展,从而为培养高水平电磁专业人才、推进原创性研究和保障学科可持续发展

(上接第1版)单个模块电磁兼容合格,多模块集成后仍有很大概率出现电磁兼容问题。因此,必须建立“元器件-板卡-模块-设备-分系统-系统”多层次电磁兼容正向设计与全生命周期管控机制。

在推进元器件本土化发展的战略进程中,电磁安全问题带来更深层次的系统性挑战。本土化发展并非简单的功能对等替换,同时伴随着器件物理特性与工艺参数的变动,进而深刻改变元器件的电磁行为。此外,高集成度趋势致使系统内部空间紧凑,功能单元高度耦合,局部电磁兼容问题更易在实际电磁环境中产生连锁反应,增加系统失效风险。因此,深化对元器件电磁安全特性的认知,构建安全稳定的电磁安全评估与验证体系,是确保本土化系统有效运行的关键支撑。

电磁科学素养是高等教育阶段 科学技术人才培养的必然要求

面对“后基尔霍夫时代”的技术变革,电磁科学不应再被狭隘地视为微波、天线等少

数专业的专属知识,而应上升为高等教育阶段科学技术人才必备的基础科学素养。

基础性要求:电磁是高等教育阶段科学技术人才培养必须夯实的物理根基

当前教育体现普遍存在“重代码轻物理、重应用轻基础”的培养倾向,因此常导致学生将硬件视为黑盒,进一步使得学生在面对深层次工程难题时缺乏透过现象看本质的物理洞察力。因此,高等教育阶段必须正本清源,明确电磁科学的物理底座地位。通过系统教学引导学生建立起严谨的电磁场思维框架。

前沿性要求:高等教育阶段应引导科学技术人才理解电磁科学的发展前沿

面向“十五五”,高等教育必须回应颠覆性技术对传统知识体系的冲击。电磁科学正处于从经典理论向量子电磁、超材料、光子集成等前沿领域跃迁的关键期。未来的电磁科学人才不能仅满足于掌握经典理论,而应理解电磁科学在突破摩尔定律极限、实现6G太赫兹通信、构建片上光互连等前沿方向中的重要作用。高校应通过引入智能超表面、脑机接口等前沿案例重塑教学内容,引导学生充分领悟电磁科学伴随技术迭

代而持续演进的学科生命力,建立对电磁科学前沿方向的基本认知。

系统性要求:电磁科学素养是科学技术人才培养能力培养的重要组成部分

现代工程实践的一个显著特征在于系统性。电磁问题天然具有跨尺度、跨模块、强耦合的特征,是培养学生系统思维的良好载体。提升电磁科学素养有助于科学技术人才突破单一学科视野,建立起从底层物理机理到系统顶层行为的整体认知,理解软件逻辑如何受限于硬件物理带宽、结构布局如何影响系统电磁兼容性能。这正是“十五五”期间国家急需的复合型人才核心素养所在。

面向“十五五”的电磁人才培养 与教育生态建设建议

面向“十五五”时期,亟须围绕电磁科学系统优化人才培养模式与教育生态,从高等教育整体布局出发,统筹基础课程、实践教学与学科交叉培养,同时推动高校、科研机构与行业协同参与,强化电磁科学在人才培养中的基础性地位。

芯片的带宽和算力,是当前高端AI芯片的核心封装方案。由于AI芯片需求的爆发式增长,CoWoS封装产能成为制约行业发展的关键瓶颈。

为了缓解CoWoS封装产能紧张的局面,台积电在2025年将资本支出提升至400亿~420亿美元,其中大部分资金用于扩充CoWoS封装产能和先进工艺产能。台积电计划在2025—2027年期间,将CoWoS封装产能提升3倍以上,以满足英伟达、谷歌、Meta等大客户的需求。除了台积电,日月光等专业封装厂商也加速承接CoWoS封装相关订单,纷纷加大产能投入,推动全球封测市场在2025年实现8%的增长。

IDC研究指出,先进封装的重要性已与芯片制造本身相当,成为衡量代工厂竞争力的核心指标。随着技术的不断发展,先进封装将向更高集成度、更高带宽、更低功耗的方向演进。2026年,向“系统级芯片(SoIC)”的过渡将成为行业关键技术挑战。SoIC封装技术能够将多个不同功能的芯片裸片直接键合在一起,形成一个高度集成的系统级芯片,具有更高的集成度、更短的互连距离和更低的功耗,将为AI、汽车电子等领域带来革命性的产品创新。目前,台积电、三星等头部厂商均在积极研发SoIC封装技术,预计在2026年将实现初步商业化应用。

成熟工艺方面,尽管国际头部厂商在加速收缩8英寸晶圆等成熟工艺产能,但部分成熟工艺节点凭借其独特的竞争优势和市场需求,依然保持着强劲的增长势头。其中,28nm工艺作为“黄金工艺”,持续受益于汽车电子、物联网等领域的复苏与增长。28nm工艺兼具性能与成本优势,能够满足大部分中高端芯片的需求,在汽车电子的车身控制、电源管理、传感器等领域,以及物联网设备的处理器、通信芯片等领域具有广泛的应用前景。联电、中芯国际等企业的28nm工艺产能利用率维持在高位,联电的22nm工艺营收占比已超10%,成为新的增长引擎,彰显了成熟工艺在特定领域的稳定性。

中芯国际作为中国大陆晶圆代工行业的龙头企业,2025年第三季度,其营收为171.62亿元,环比增长7%;净利润为15.17亿元,环比增长60.64%;毛利率更是达到25.5%,环比上升4.8个百分点。公开资料显示,中芯国际接近满产状态,产能利用率为95.8%,环比增长3.3个百分点,达到2022年第二季度以来的新高,提升原因主要是公司承接了大量模拟、存储NOR/NAND Flash、MCU等急单。由于工艺更复杂的产品出货增加,2025年第三季度公司平均销售单价环比增长3.8%,也是其毛利率增长的另一大原因。2025年第三季度,公司用于先进工艺的12英寸晶圆营收占比达到77%,环比提升约1个百分点。

8英寸晶圆代工市场的供需格局在2025年发生了重大变化。台积电、三星等头部厂商为了集中资源发展先进工艺,纷纷启动8英寸晶圆减产计划,导致2025年全球8英寸产能年减0.3%,正式进入负成长阶段。然而,市场需求方面,AI Server Power IC(电源管理芯片)需求的持续增长,以及中国大陆IC本土化趋势下本土设计企业对8英寸晶圆代工的需求增加,推动部分厂商的8英寸产能利用率回升至高位。供不应求的市场格局使得8英寸晶圆代工价格在2025年下半年启动补涨,部分厂商的代工价格涨幅达到5%~10%,成熟工艺的价值被重新评估。

集邦咨询在最新报告中指出,2026年全球晶圆代工行业将继续增长态势,但受基数抬升、终端市场需求波动等因素影响,增速将有所放缓。8英寸晶圆代工价格上涨,2nm工艺量产、代工2.0模式普及将成为2026年行业发展的核心看点,行业将在增长中走向新的平衡,面临新的挑战。

提供坚实支撑。

营造多方协同的电磁人才培养生态

电磁人才培养是一项长期性、系统性工程,单一主体难以独立完成。建议在“十五五”期间,进一步强化高校、科研机构与行业企业之间的协同机制,推动工程需求、科研成果与教学内容的有效衔接。通过产学研协同育人,构建覆盖人才培养全过程的良性生态环境,为电磁领域高水平人才的持续成长和稳定供给创造条件。

电磁科学作为现代电子信息体系的基础性、前沿性和系统性支撑,其发展水平决定了相关技术与工程体系的创新能力和稳定性。通过完善课程体系、强化实践教学和优化教育生态,高等教育能够持续输送具备扎实电磁素养的优秀人才,为关键技术突破、重大工程实施以及我国电子信息体系高质量发展提供长期、稳定、可持续的支撑。深化电磁科学素养教育,是夯实国家信息技术根基、支撑自主创新和原始技术突破的必由之路。

(清华大学汪玉教授、西安电子科技大学马晓华教授、高等教育出版社张龙编审等对本文亦有贡献。)