

电子行业

投资评级

看好

半导体材料系列报告之一： 国际形式严峻，国产半导体材料行业如何发展



五矿证券研究所

分析师：金凯笛
登记编码：S0950524080002
联系方式：jinkaidi@wkzq.com.cn
联系电话：021-61102509

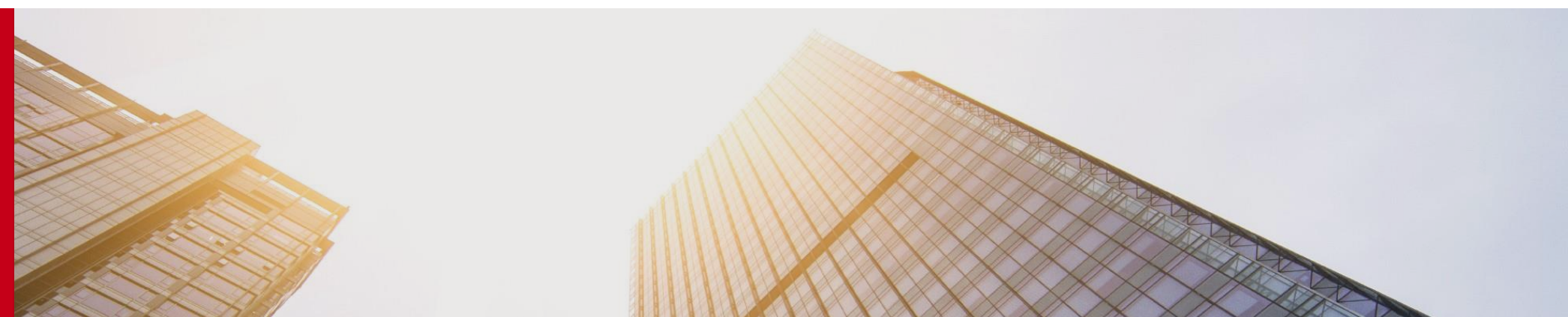
分析师：何晓敏
登记编码：S0950523110001
联系方式：hexiaomin@wkzq.com.cn
联系电话：021-61102521



中国五矿

五矿证券
MINMETALS SECURITIES

Contents 目录



01

半导体技术发展趋势

02

国际形势与国家政策

03

地缘政治下半导体如何发展？

04

总结

摘要

■ 半导体技术发展趋势：新材料和新架构的不断更替给半导体材料市场创造新机遇。

- **逻辑器件**：当摩尔定律迈向极限，总会有新的材料和架构出现。随着制程的不断微缩，晶体管中栅极、介质层等尺寸变小，使得栅的控制能力不断下降，28nm节点，氧化铪、氧化锆等HighK介质和TiN等金属栅增强了栅控制力；当制程进一步微缩，FinFET架构应运而生。当前材料上，介电材料与互联金属不断优化，研发2D材料优化器件性能，使用钴等金属来增强互联效率；架构上，台积电开始采用GAAFET量产，持续提升能效比与集成密度。
- **DRAM**：当前内存厂商开始采用铪、锆等High K材料，来增强电荷控制能力；此外，研发铁电材料，开辟3D架构，突破容量瓶颈。
- **NAND**：对于未来3D NAND的扩展，字线（WL）堆叠以及内存单元的特征尺寸缩小将继续成为关键驱动因素。在没有产生颠覆性技术以前，更高的层数是NAND增加内存单元的主要路径。此外，在WL部分，使用Mo代替W，可能会给Mo相关产品带来更多市场空间。
- **先进封装**：摩尔定律迈向极限，人工智能浪潮带来更多算力需求，先进封装需求激增，驱动IC载板、塑封料、底填胶等材料市场扩容。
- **第三代半导体**：新能源车、5G基站等场景催生百亿级增量市场，碳化硅（SiC）/氮化镓（GaN）引领功率与射频半导体革新。

■ 目前国际形势及国家政策下半导体如何发展？

- 光刻胶、碳化硅、氮化镓、氧化镓等半导体材料被列入“商业管制清单”，然而我国国内部分关键半导体材料国产化率仍然较低，市场格局分散。国家通过政策、基金等方式，坚定支持我国实现半导体产业链的自主可控。
- 伴随半导体技术发展，新能源、AI等市场需要，国产化率较低的高端光刻胶、掩膜版、先进封装材料、前驱体、三/四代半导体在半导体产业链自主可控中扮演的角色越来越重要，市场空间可观，兼具战略及商业价值。

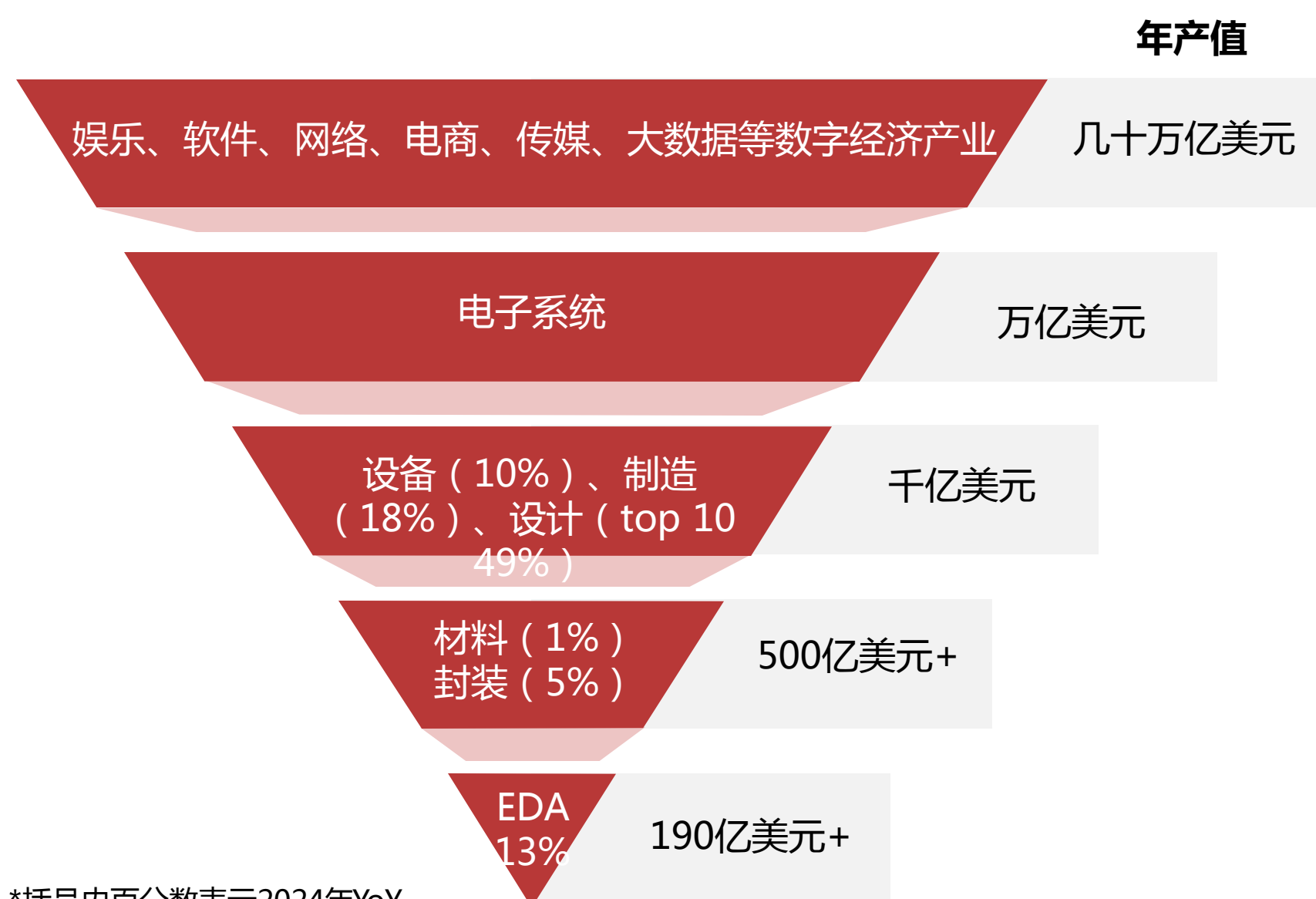
01

半导体技术发展趋势

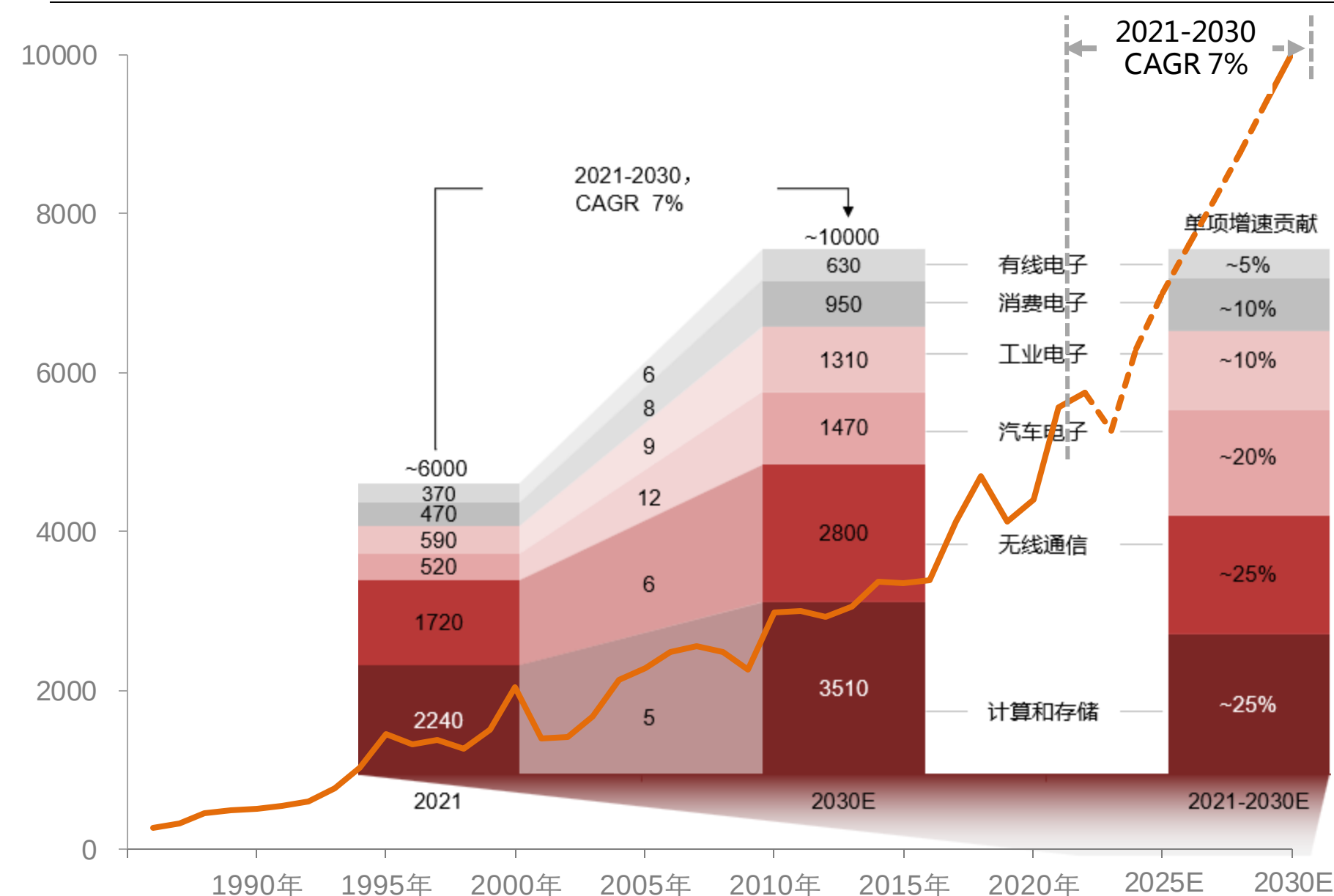
1.1 半导体产业在全球经济中发挥关键作用，计算和存储、汽车、无线通信是主要增量

- 半导体产品应用包含手机/PC等消费电子，以及国防航空、人工智能、具身智能等前沿技术领域。
- 根据麦肯锡报告，2030年，全球半导体市场规模将达到万亿美元。2025-2030年，市场增量主要来源为计算和存储中心建设、无线通信和汽车电子等领域。

图表1：全球半导体产业链的倒金字塔结构



图表2：全球半导体市场规模周期性波动上升（亿美元）



资料来源：麦肯锡，WSTS，同花顺，五矿证券研究所

资料来源：ESD Alliance, SEMI, Yole, TrendForce, Wind, 弗若斯特沙利文, 江苏半导体行业协会, 五矿证券研究所

1.2 全球半导体市场受经济周期和技术周期双重影响，呈波动上升趋势

□ 全球半导体市场规模随生产资料、需求周期波动。

1987-2024 年，全球GDP与半导体销售额的增长共振动。

□ 每次半导体的技术进步，也会带动全球的制造业增长。

过去三十多年，全球半导体市场受PC、互联网、智能手机、新能源汽车等多轮终端应用技术的驱动。

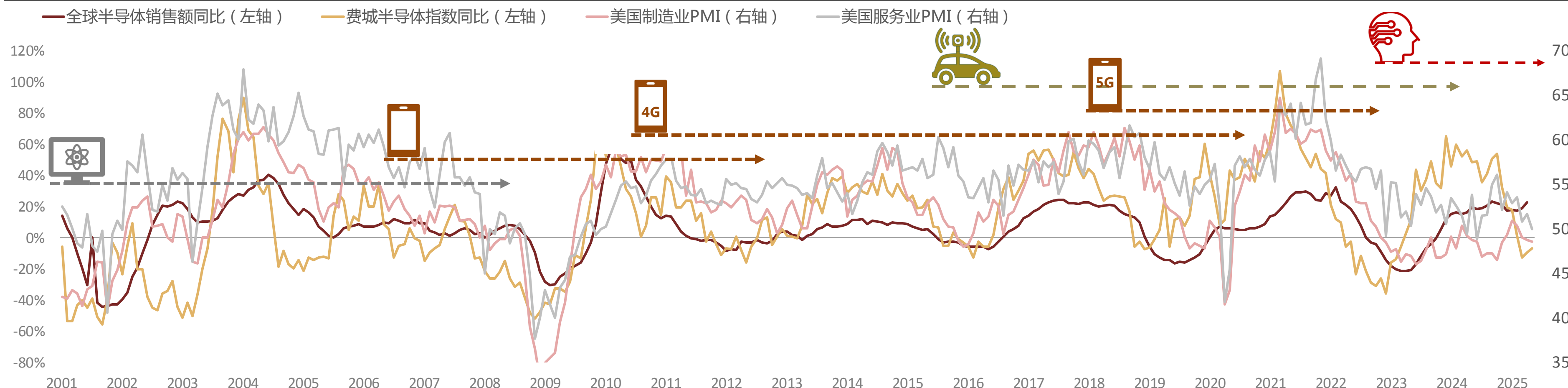
本轮半导体周期的核心是人工智能，AI应用场景的落地是关键，比如：智能终端、自动驾驶、人形机器人、AI手机/电脑/物联网等。

图表3：全球GDP与半导体销售额共振



资料来源：WSTS，Wind，五矿证券研究所

图表4：半导体技术革新带动制造业增长

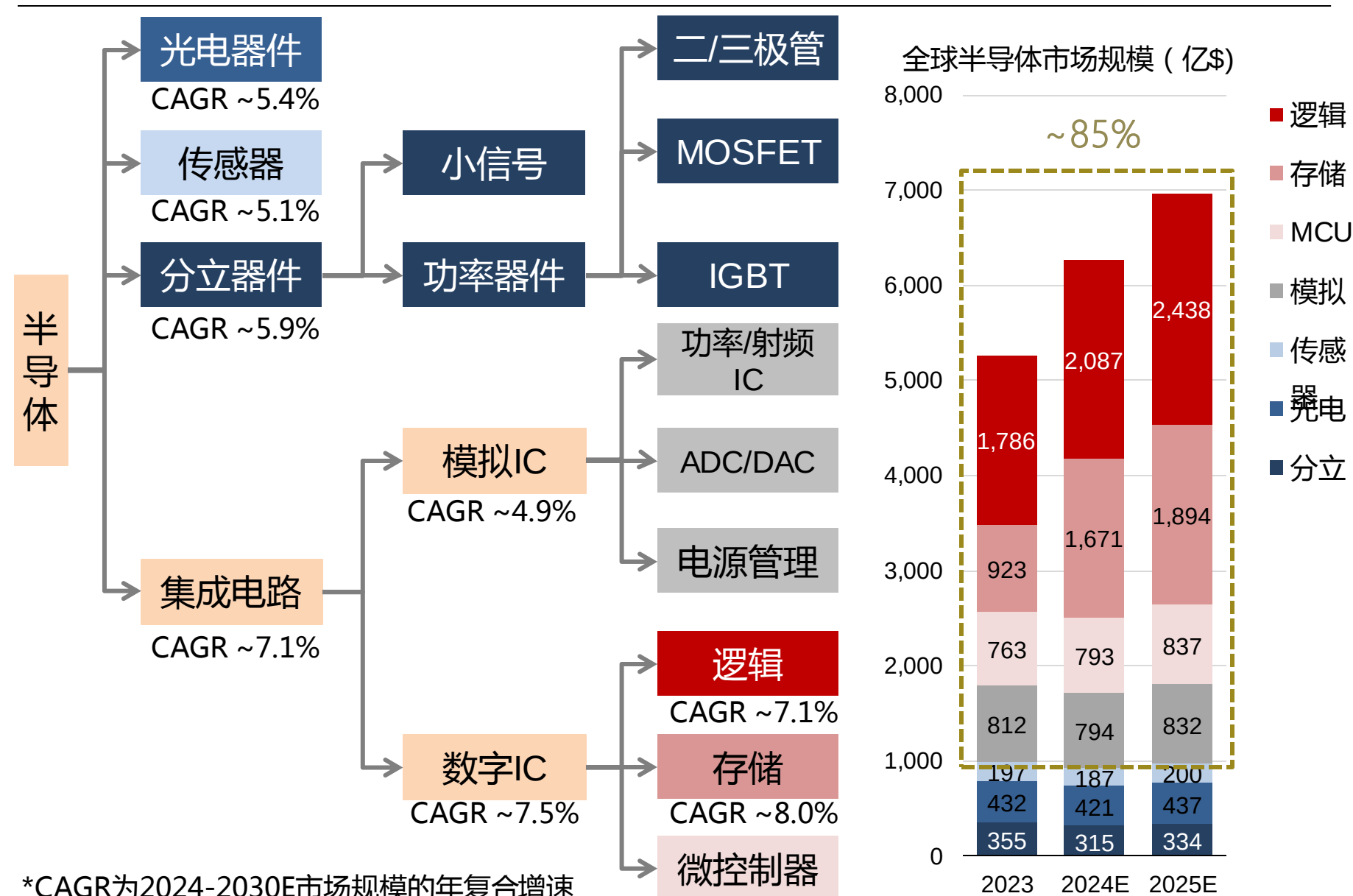


资料来源：WSTS，Wind，Yole，五矿证券研究所

1.3 半导体器件主要分为四类：集成电路、分立器件、传感器和光电器件

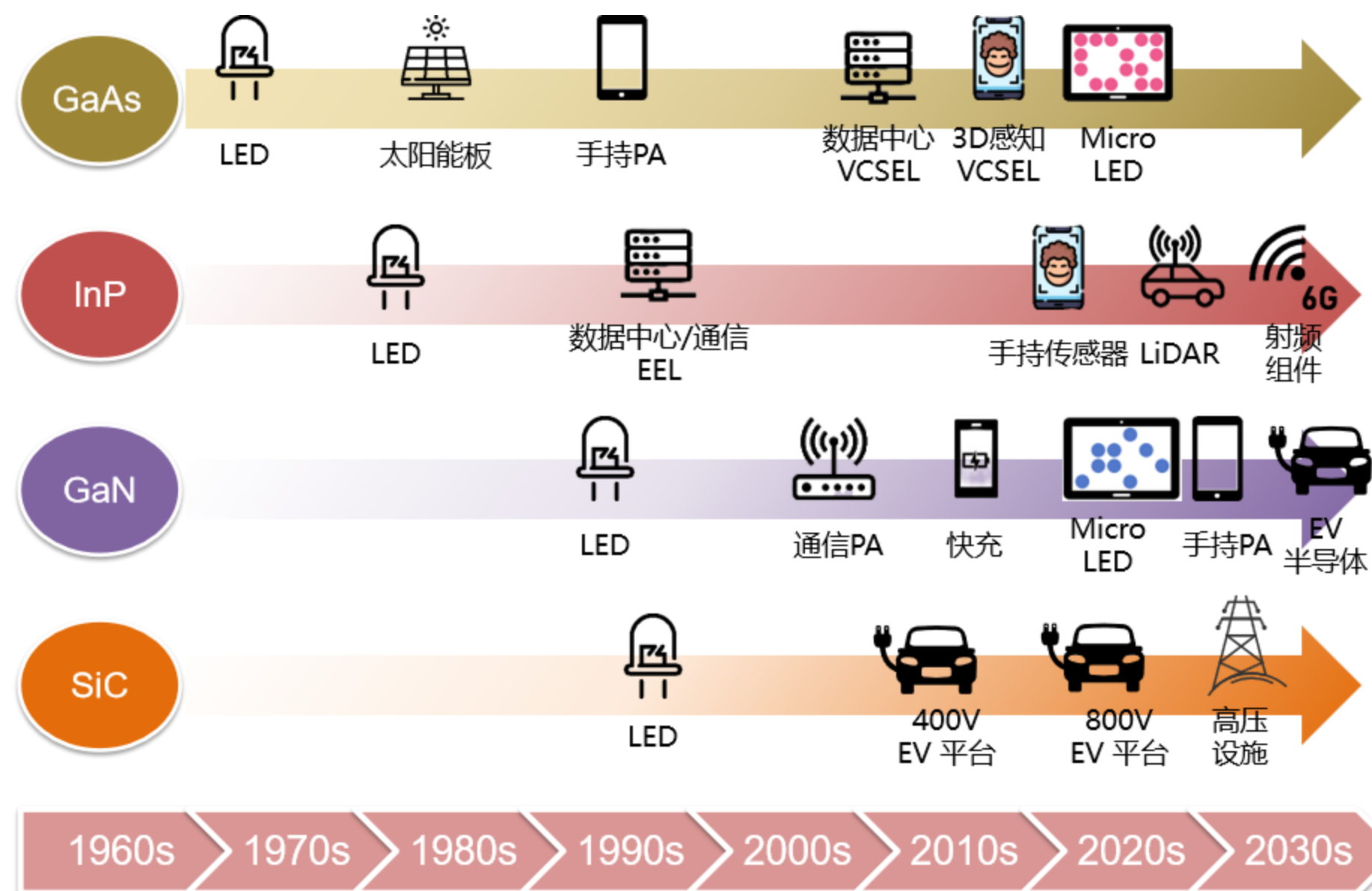
- 集成电路（IC）：晶体管数量远大于其他三类，衬底材料一般是硅，市场规模占比约85%。
- O-S-D：光电器件（光传感器、图像传感器、激光发射器等）；传感器（压力传感器、温度传感器、磁场传感器等）；分立器件（二极管、MOSFET、IGBT等）。O-S-D衬底材料多样，例如功率器件中，衬底还包括碳化硅、氮化镓等第三代化合物半导体材料。

图表5：全球半导体器件销售额中，集成电路占比约85%



*CAGR为2024-2030E市场规模的年复合增速

图表6：化合物半导体的应用与展望



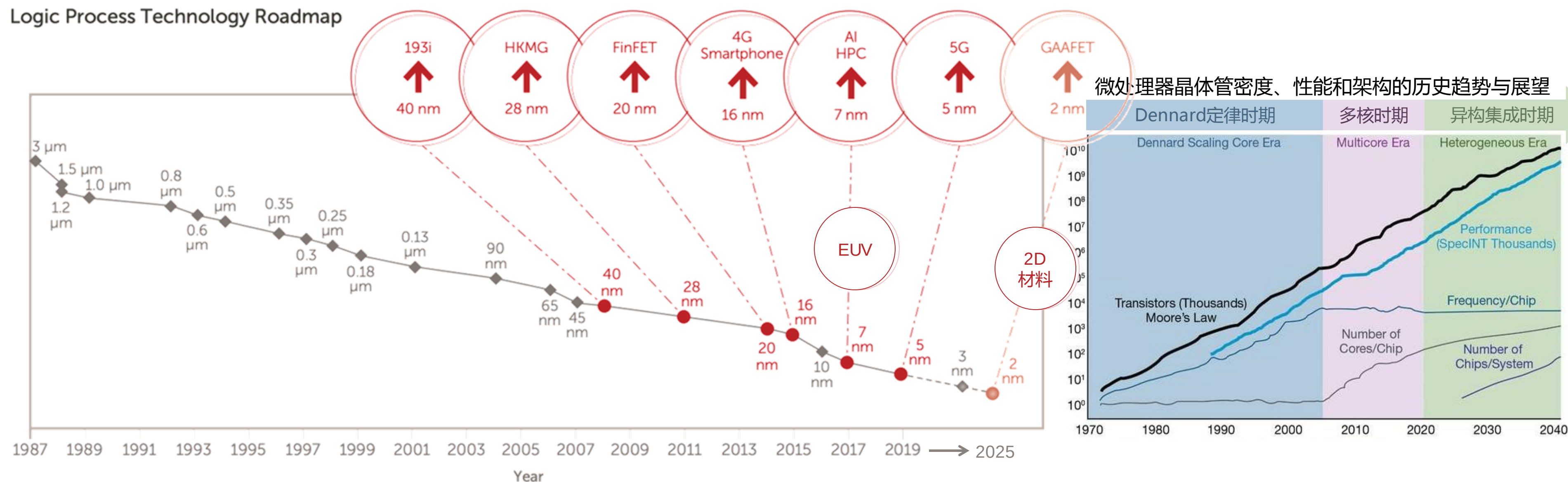
资料来源：Yole，五矿证券研究所

资料来源：芯语，WSTS，五矿证券研究所

1.4 自1965年提出以来，摩尔定律（Moore's Law）一直是集成电路领域的指导性概念

- 摩尔定律定义了计算创新的节奏和成本之间的关系：集成电路上的晶体管数量大约每经过18-24个月便会增加一倍，同时成本降低一半。
- 集成电路制程已达从摩尔定律的时间线可以看出三个不同的阶段：1）晶体管密度受登纳德缩放定律控制（约1965年~2005年），即随着晶体管尺寸做小，功率密度保持不变，电压和电流按照比例减小，但是由于漏电流的问题失效；2）半导体芯片水平扩展（2005~2020年），转向多核架构，但功耗和散热成为限制因素；3）半导体芯片的垂直微缩，通过材料、架构和封装方式的进步来延续摩尔定律（2020年至今）。

图表7：半导体工艺节点演变路径



资料来源：Entegris, JOHN T.C. LEE, MKS 《AI Requires More from Moore's Law》，五矿证券研究所

1.5 为了延续摩尔定律，新材料和新架构的不断更替

- 随着制程的不断微缩，晶体管中栅极、介质层尺寸缩小，栅的控制能力不断下降。为了保持栅控制能力（即栅电容 C_{gate} ），若不改变栅介质层材料（ SiO_2 ）的，即需要减少介质层的厚度，但这但来了栅极漏电等问题——当栅极介质层厚度降低到1.2nm以下后，电子隧穿引起的栅极漏电流过高，严重影响集成电路的可靠性和功耗（如图表9所示）。
- 为了解决这个问题，研究者不得不进行了材料的革新。

图表8：栅极电容公式

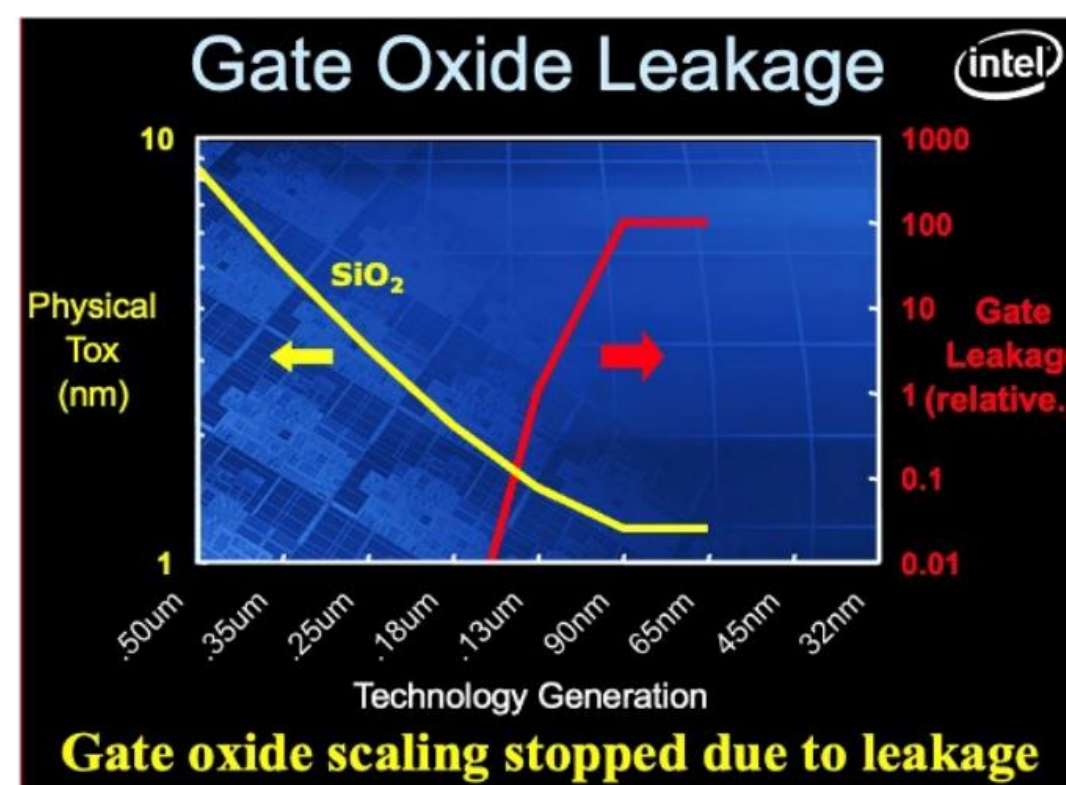
$$C_{gate} = \frac{\epsilon_0 \times K \times A}{t_{ox}}$$

栅极电容 栅介质层介电常数 栅极面积

栅介质层的厚度

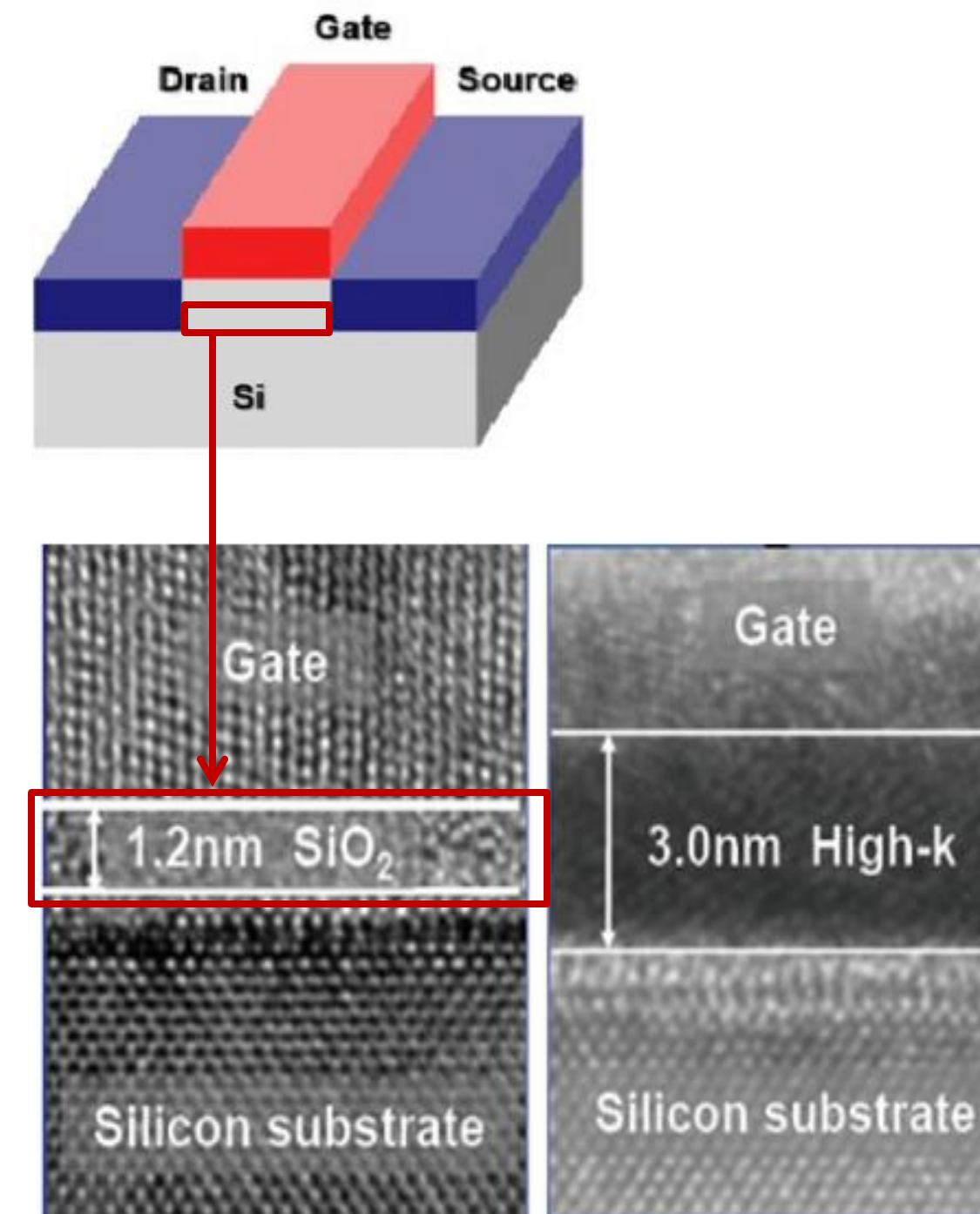
资料来源：John Robertson etc. 《High-K materials and metal gates for CMOS applications》，五矿证券研究所

图表9：栅介质层厚度1.2nm以下，漏电严重



资料来源：IRDS，五矿证券研究所

图表10：High K材料能够在等效栅氧化层厚度下，得到更大物理厚度



资料来源：John Robertson etc. 《High-K materials and metal gates for CMOS applications》，Kazuya Okamoto 《Importance of Advanced Metrology in Semiconductor Industry and Value-added Creation Using AI/ML》，五矿证券研究所

1.5.1 逻辑电路栅极新材料：HKMG→2DM

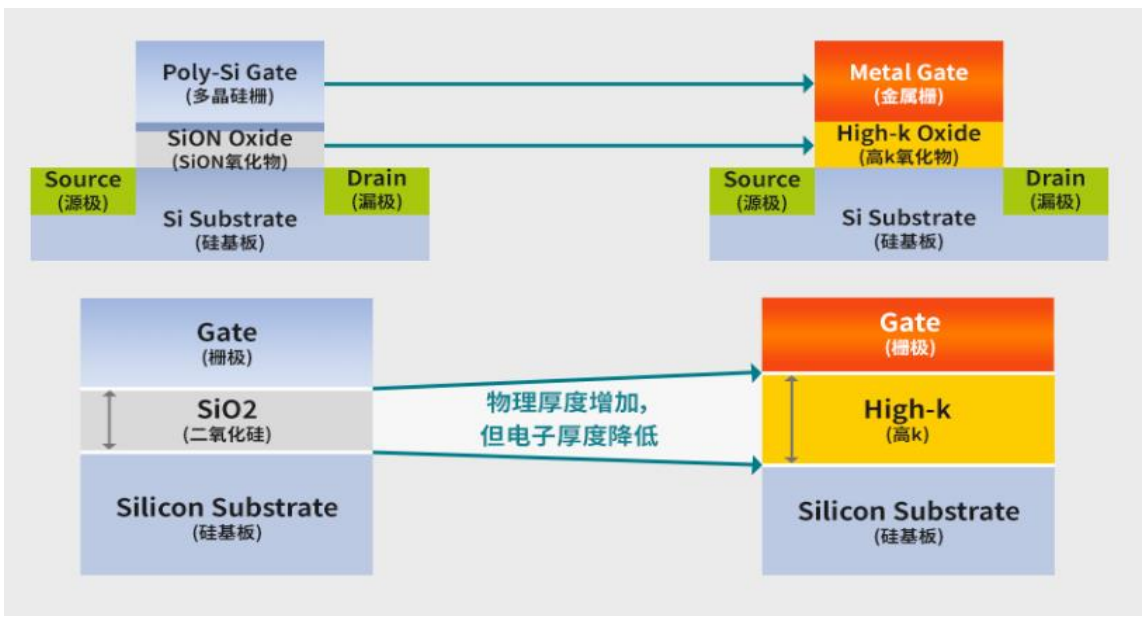
- ❑ **High K**：具有高介电常数的材料(相对于SiO₂的K值3.9而言)。在相同等效栅氧化层厚度（EOT）下，得到更大的物理厚度，从而改善栅极漏电等问题。
- ❑ **Metal Gate** 金属栅：当由High K材料作为栅介质层以后，原本的多晶硅栅载流子密度低，产生多晶硅耗尽效应。此外，多晶硅栅极和High K存在费米能级钉扎问题。未来解决这个问题，使用金属栅替代了原本的多晶硅。
- ❑ **2DM**：在AI大数据时代，晶体管尺寸需要被进一步微缩，2D材料（例如MoS₂）在单层状态下也能够实现有效的栅极控制。

图表11：High-K选择的关键要素：钪、锆、镧氧化物具有优越性

材料参数	K	禁带宽度(eV)	导带偏移度(eV)	不与硅反应生成氧化物
参数要求	> 12	> 5eV	> 1eV	
Si		1.1		
SiO ₂	3.9	9	3.2	
Si ₃ N ₄	7	5.3	2.4	
Al ₂ O ₃ (ALD)	8	6.4	1.6	
Y ₂ O ₃	15	6	2.3	
Ta ₂ O ₅	22	4.4	0.35	×
ZrO ₂	25	5.8	1.5	比Hf略强
HfO ₂	25	5.8	1.4	
La ₂ O ₃	30	6	2.3	具有吸湿性
a-LaAlO ₃	30	5.6	1.8	
LaLuO ₃	32	5.2	2.1	
TiO ₂	80	3.5	0	×
SrTiO ₃	2000	3.2	0	×

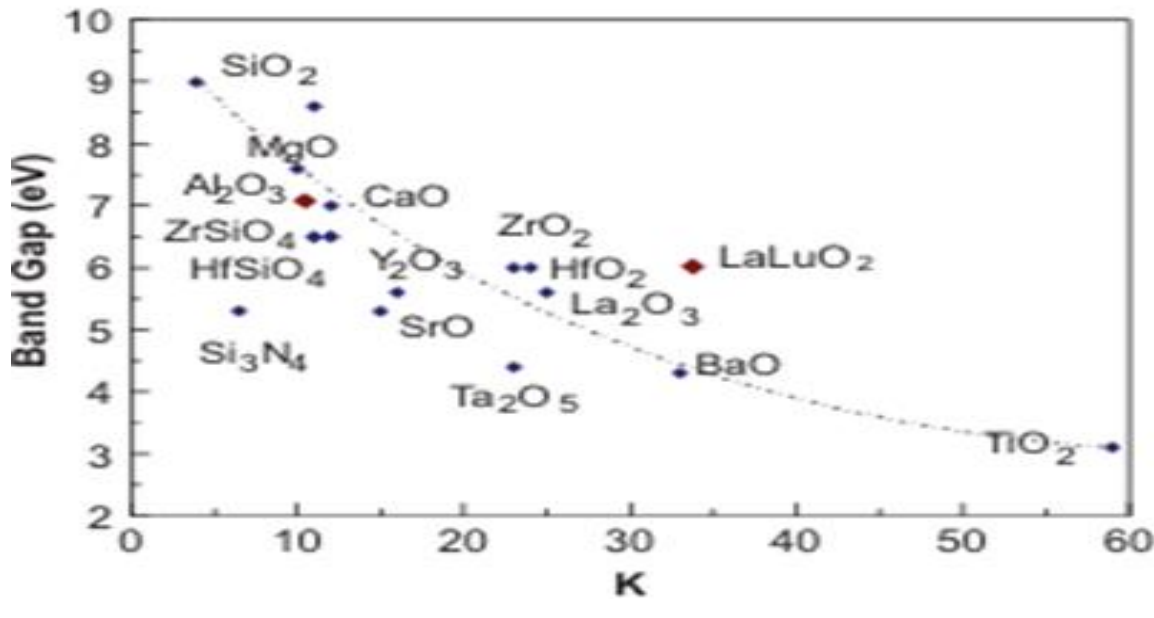
资料来源：John Robertson etc. 《High-K materials and metal gates for CMOS applications》，五矿证券研究所

图表12：相同C_{gate}，介质层厚度可增加



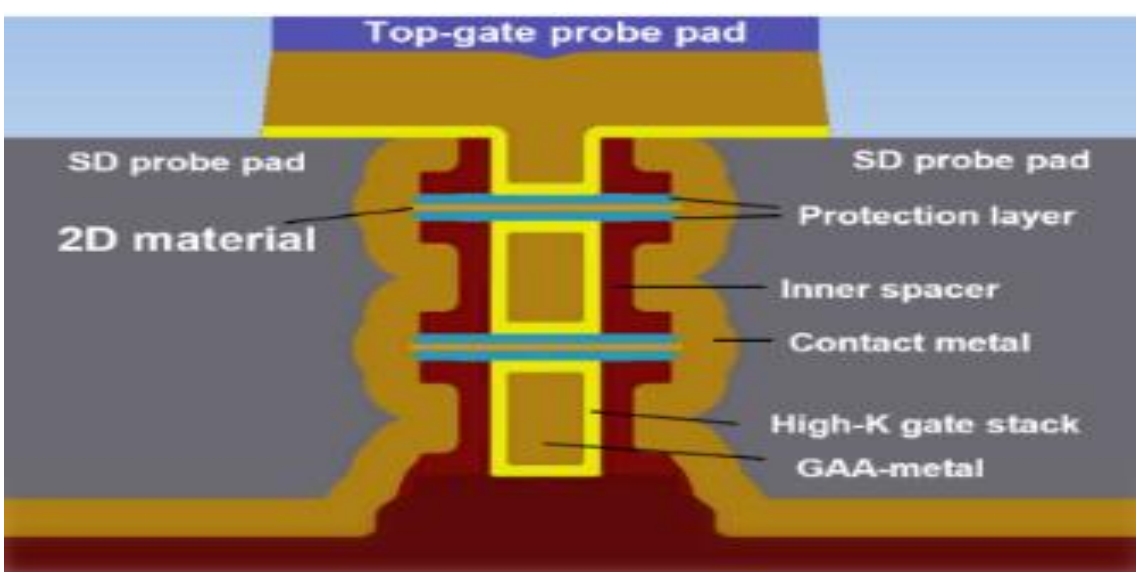
资料来源：SK海力士，五矿证券研究所

图表13：部分材料的介电常数



资料来源：John Robertson etc. 《High-K materials and metal gates for CMOS applications》，五矿证券研究所

图表14：GAAFET中2D材料的运用

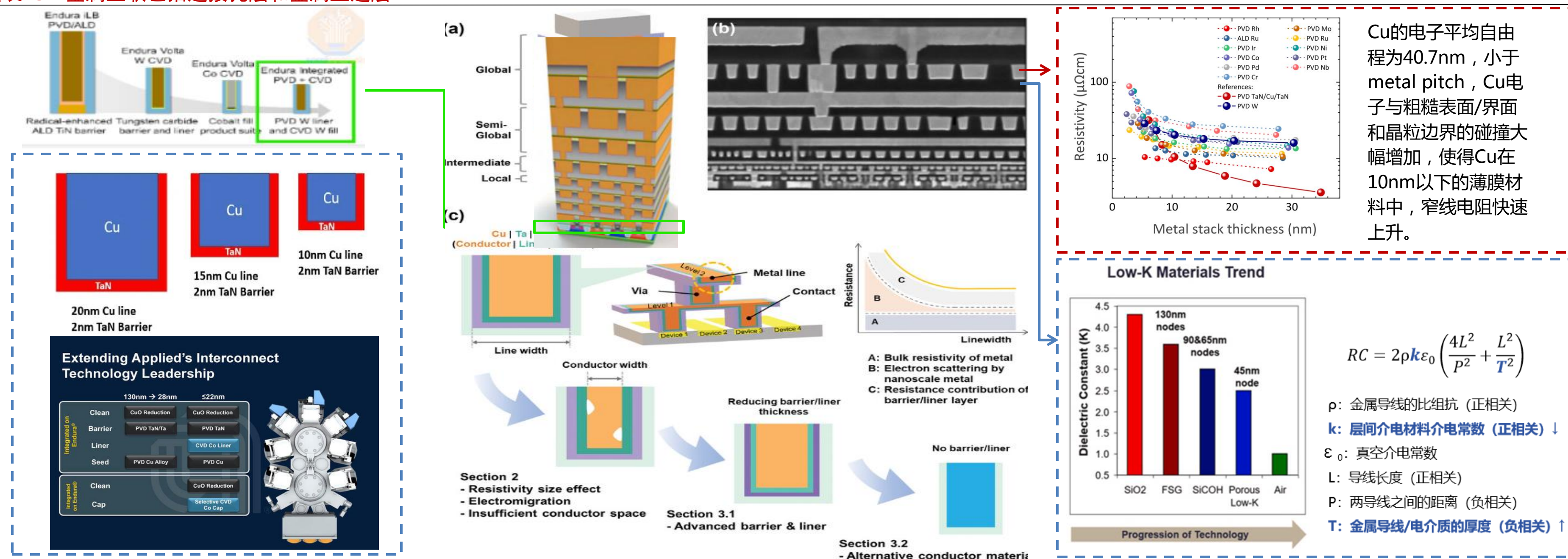


资料来源：TSMC，semianalysis，五矿证券研究所

1.5.1 逻辑电路的下一代互联技术

- 接触窗层主要技术路线：由MOCVD法，将 WF_6 作为Mo源沉积钨，但 WF_6 会和 SiO_2 出现火山口效应，因此必须包裹一层TiN。台积电披露了N2节点采用无障碍钨，主要工艺变化是采用PVD钨作为Liner，电阻率可降低40%左右。
- 金属互连层：主要由互联金属和Low-K电介质材料构成。铜是当前主要的互联金属，但由于Cu存在电迁移的问题，因此需要TaN作为扩散阻挡层、Ta作为黏合层，但随着线宽逐步缩小，Ta占比越来越高，减少了Cu的可用空间。对此，应用材料提采用钴作为Liner和Cap来改善RC DELAY。钌、钼等有望成为新的互联金属。RC Delay和电介质材料的介电常数正相关，因此K值越小，时延越小。

图表15：金属互联包括连接孔层和金属互连层



资料来源：Lam Research，Jun Hwan Moon etc.《Materials Quest for Advanced Interconnect Metallization in Integrated Circuits》，半导体先进工艺论坛，V. Moroz《3DIC STCO for AI Systems》，IEDM 2024 TSMC，Qinghuang Lin《Polymeric electronic materials for microelectronics manufacturing: A review》，五矿证券研究所

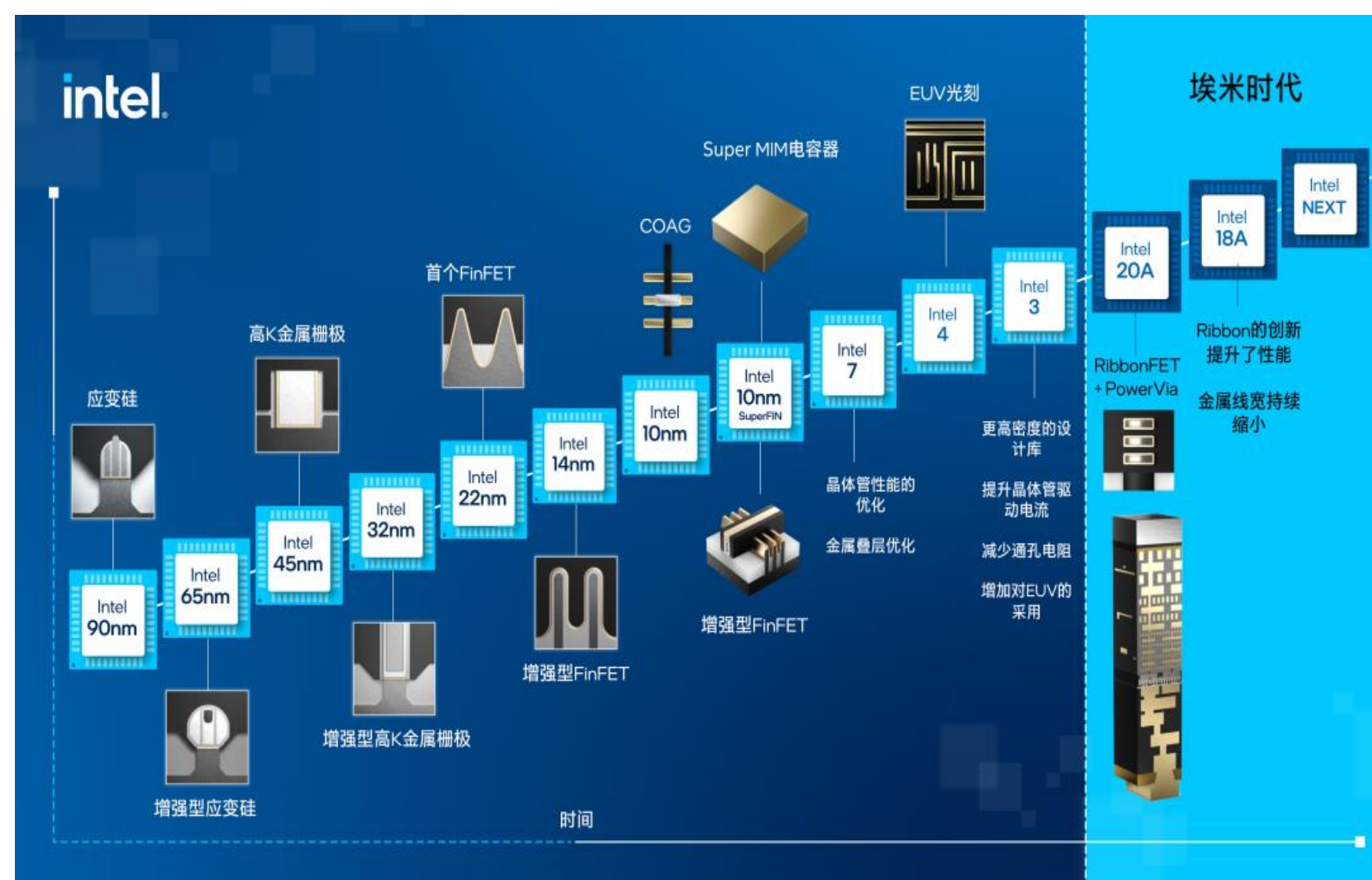
1.5.1 为了延续摩尔定律，逻辑电路架构不断更迭

□ 从英特尔的技术路线可以看出，迄今为止栅极共出现了两次架构的变化，单元在不断缩小，结构从平面走向立体。

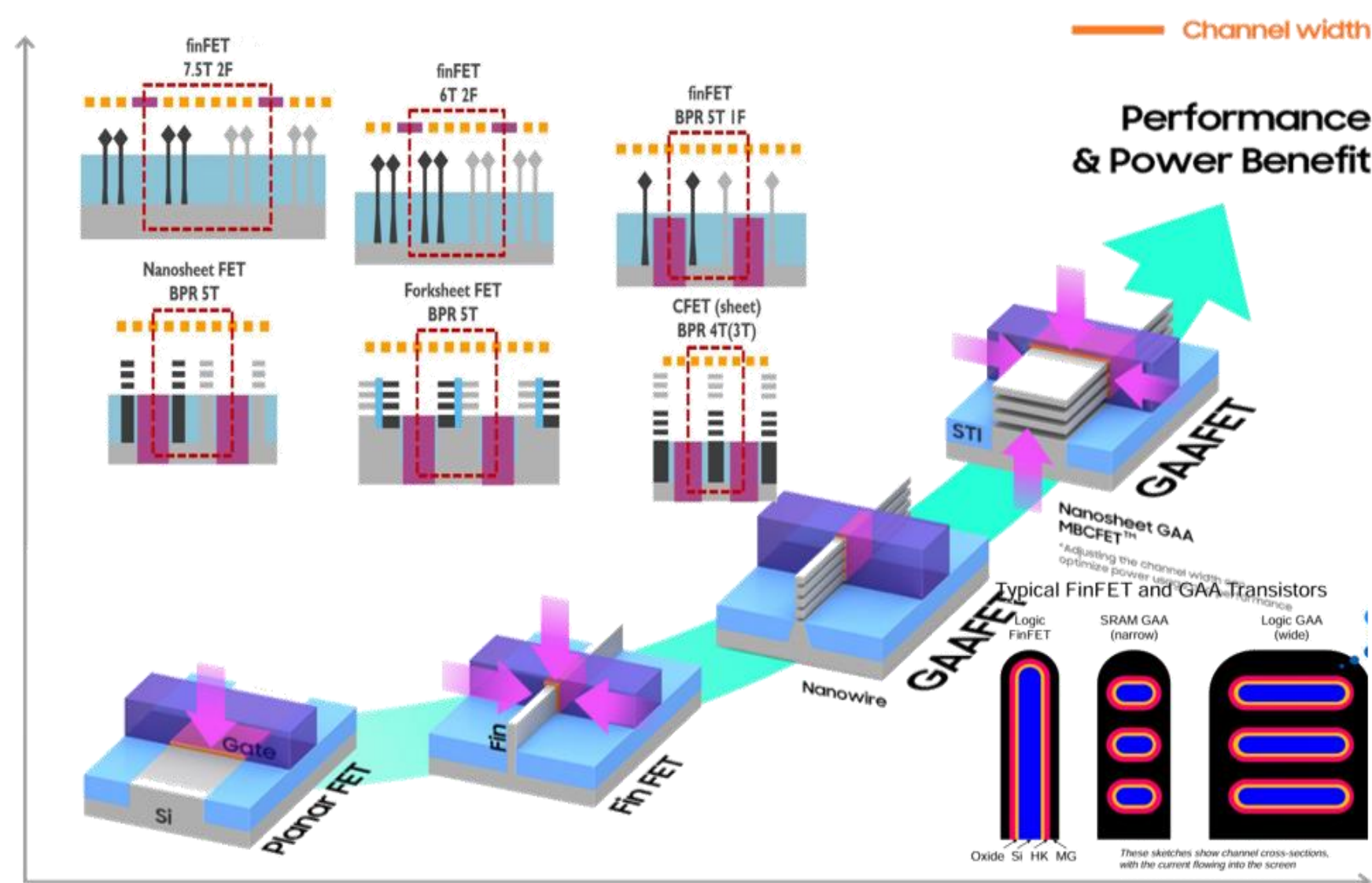
- 1) 在金属栅极和high K也不能满足器件要求的时候，为了增强栅极的电压控制能力，通过FinFET的三向包围来增强栅极控制能力；
- 2) 为了进一步缩小尺寸和增加单位面积的晶体管的数量，推出GAA环绕式栅极。

□ 根据技术路线图，未来器件层，还会出现CFET，通过源和漏的上下堆叠的架构来缩小尺寸；金属互连层将通过背面供电、新的互联材料，来强化产品性能。

图表16：英特尔技术路线图



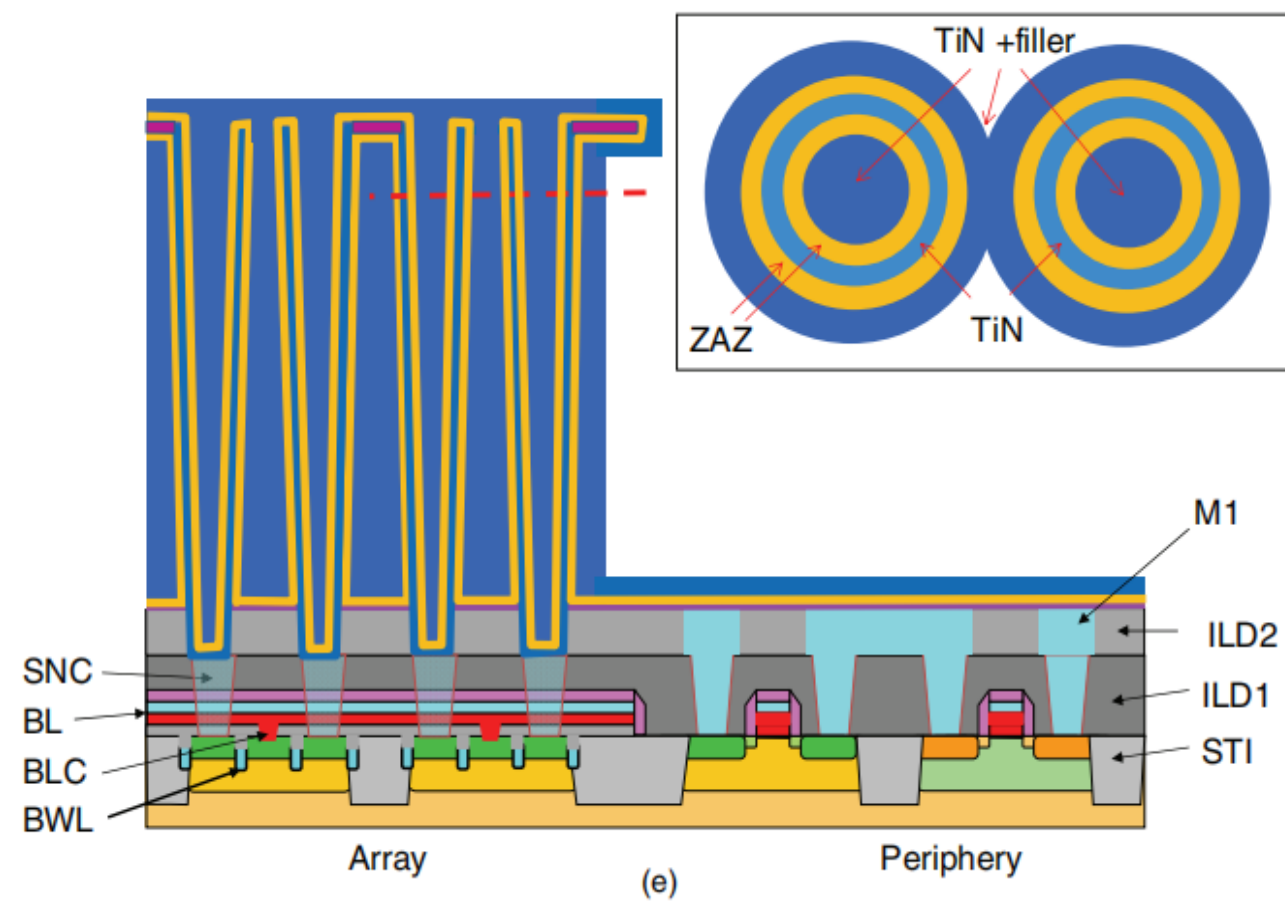
图表17：架构更迭，标准单元不断缩小，结构从平面到立体



1.5.2 DRAM：AI驱动下，对于低成本、高密度的需求空前

- ❑ DRAM当前：伴随制程的不断微缩，DRAM在单元阵列电容器使用HK介电材料、以及在芯片的外围逻辑中采用HKMG晶体管；当前通过对DDR颗粒的堆叠技术（如HBM）。
- ❑ 根据PWC测算，HBM市场预计到2028年将迅速扩张，bit增长CAGR~64%，收入增长CAGR~58%。到2028年，HBM将成为一个价值380亿美元的细分市场，约占服务器DRAM市场的50%，占1360亿美元DRAM市场总额的27.6%。
- ❑ DRAM展望：架构上传统的2D DRAM可能会逐步向3D DRAM架构转变。采用铁电材料的电容设计，来改善DRAM的资料保存时间（retention time）；使用IGZO作为3D DRAM的新一代沟道材料，来实现更低的功耗。

图表18：DRAM的基本结构



资料来源：HonG Xiao《3D IC Devices, Technologies, and Manufacturing》，五矿证券研究所

图表19：DRAM技术发展方向

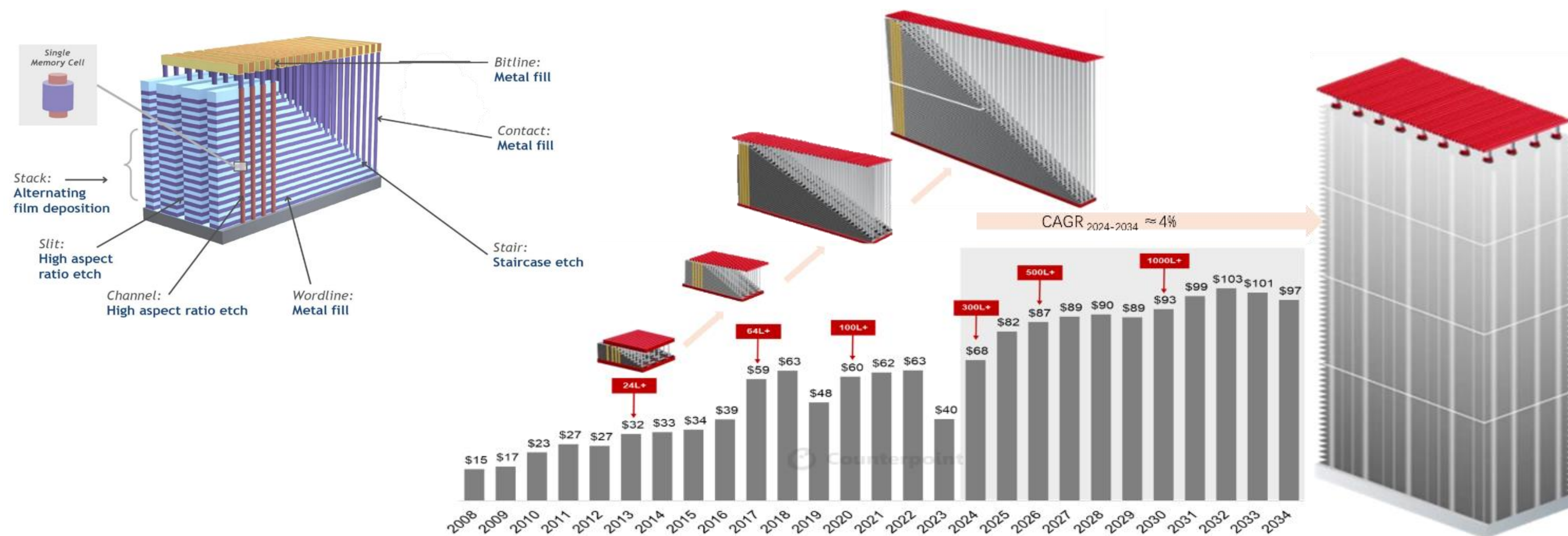
Year of HVM (20k/month)	2023-24	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Node	1b	1c	1d	0a	0b	0c	0d	0e				
Cell layout / Structure	2D 6F² 4F² VCT* [1,2] 3D * Vertical Channel Transistor [1] Seokhan Park (Samsung) et al., IEDM 2023 [2] Daewon Ha (Samsung) et al., IEDM 2023											
F [nm] in 6F ²	13~12.5	12~11	10	9	8	7	(3D ~1xxL)	(3D >1yyL)				
Cap. pitch [nm]	39~37.5	36~33	30	27	24	21						
Cap. A.R.	>50	>55	>65	>70	>75	>80						
Cap. Mat.	ZrAlHfO Alternative (HfZrO Anti Ferro. etc)											
WL	TiN Low R metal											
Peri. CMOS	HKMG Poly-Si nMOS pMOS Bonding FinFET											
HBM	HBM3E (8/12Hi, 24/36GB)	HBM4 (12/16Hi, 36/48GB)	HBM4E (16Hi, 64GB)	HBM5 (16, 20Hi, 64/80GB)	HBM5E	HBM6						

资料来源：TEL，五矿证券研究所

1.5.3 NAND：延续3D架构

- 相对于Logic和DRAM摩尔定律的基本失效，NAND的单位存储成本每年仍在大幅下降。主要原因在于，自3D NAND商用化以来，NAND不再依赖光刻技术对细小单元进行图案化，主要依赖于层数的增加。
- 当前，大多数NAND厂商实现超过200层的存储单元。根据Lam Research联合Counterpoint Research的报告，2030年，3D NAND将达千层，全球NAND闪存市场规模迈入百亿美元时代。
- WL部分，未来可能使用钼来代替钨。钼在纳米尺度下电阻低于钨，且不需要扩散阻挡层，具有高扩展性，能够降低电阻且更好适应芯片尺寸缩小和层数增加的需求。

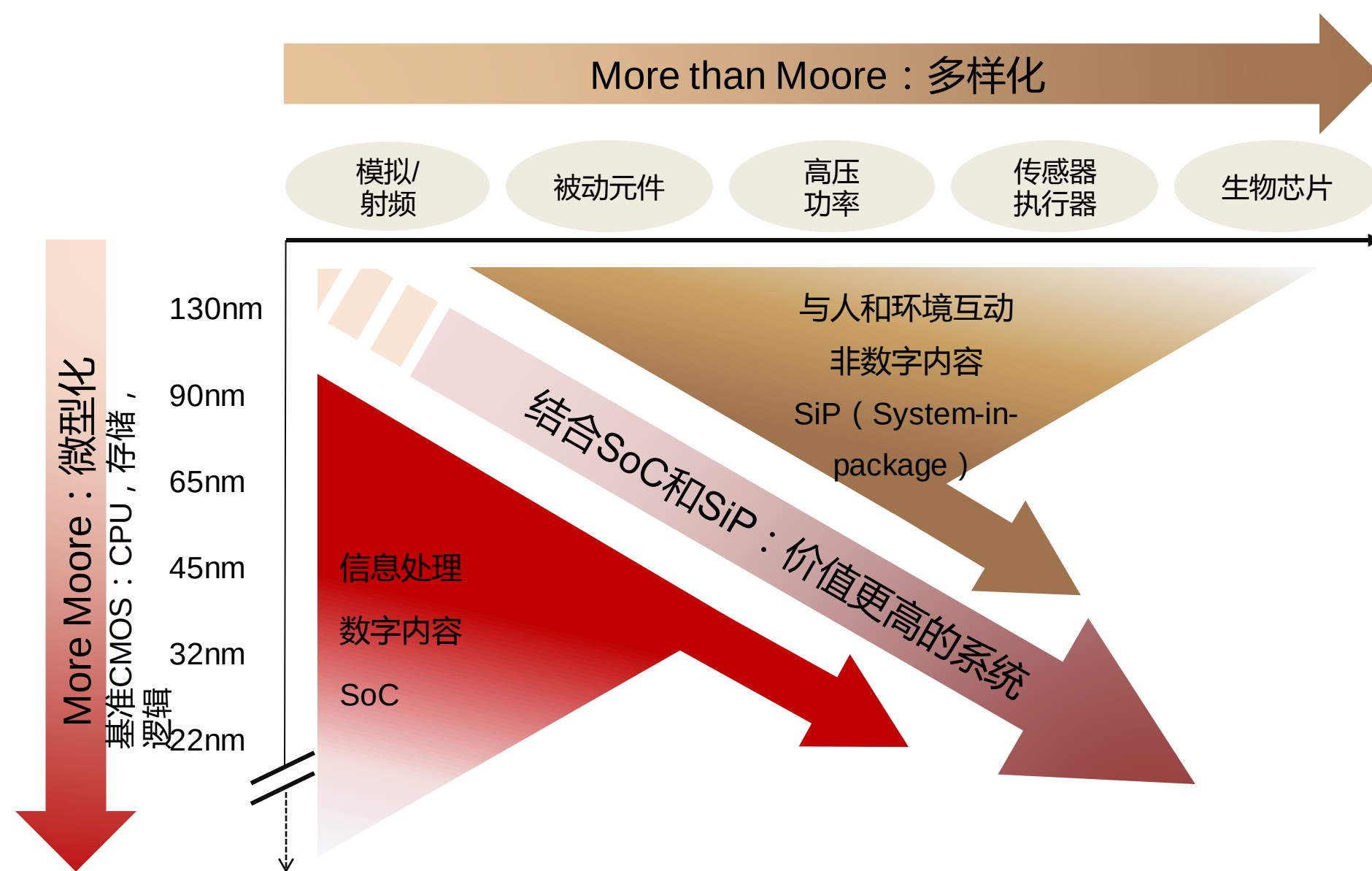
图表20：NAND的基本结构及发展趋势



1.6 延续摩尔（More Moore）和超越摩尔（More than Moore）

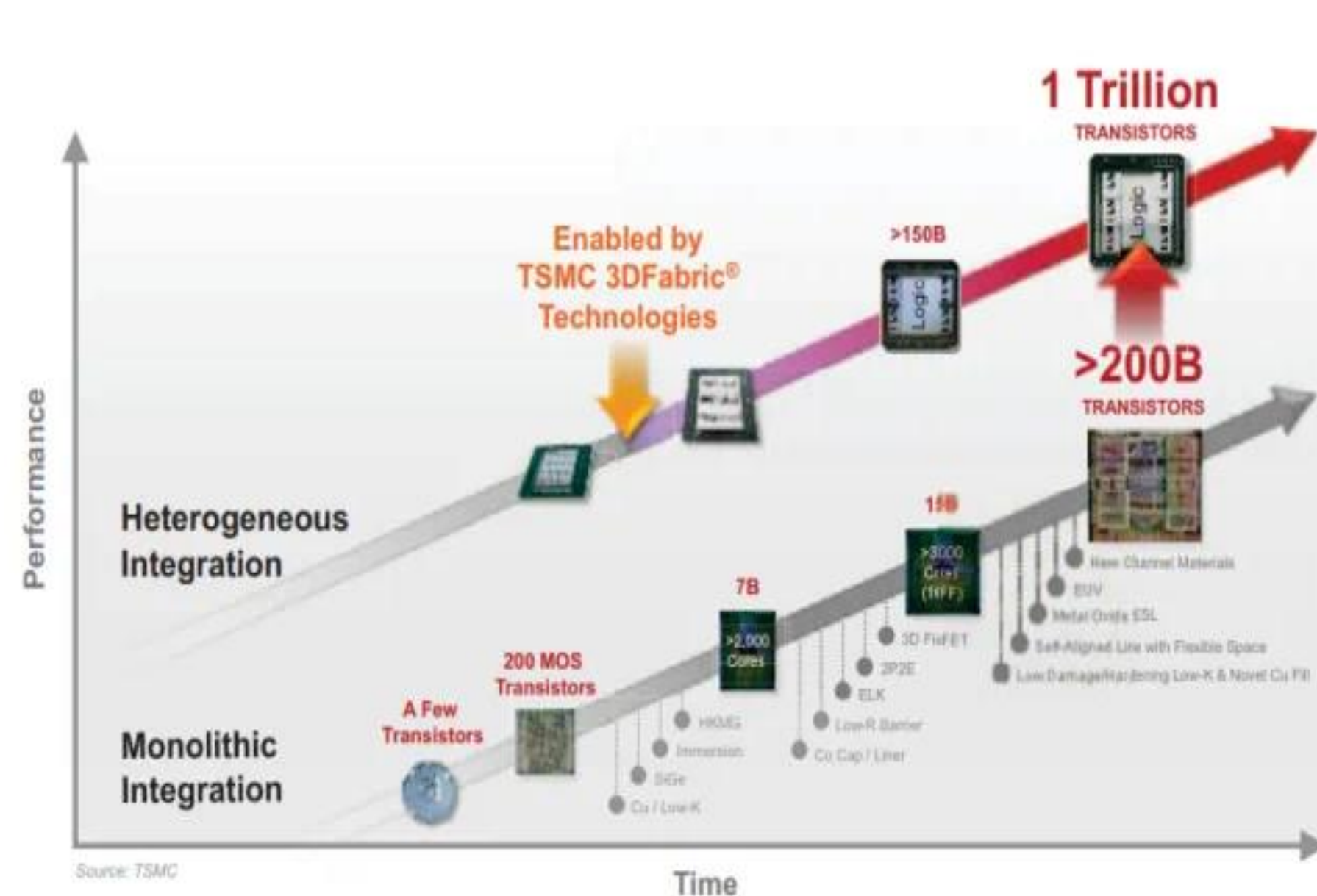
- 当前摩尔定律已经开始步入极限。为了克服二维缩放的限制，半导体行业开始在三维的先进封装上探索，目前先进封装产业已经蓬勃发展起来。
- 使用先进封装来异质集成，能够使得单位面积容纳更多晶体管。比如，传统封装只能封装200B的晶体管，异质集成可以做到1T。

图表21：延续摩尔定律和超越摩尔定律



资料来源：IRDS，五矿证券研究所

图表22：先进封装能够使单位面积容纳更多晶体管

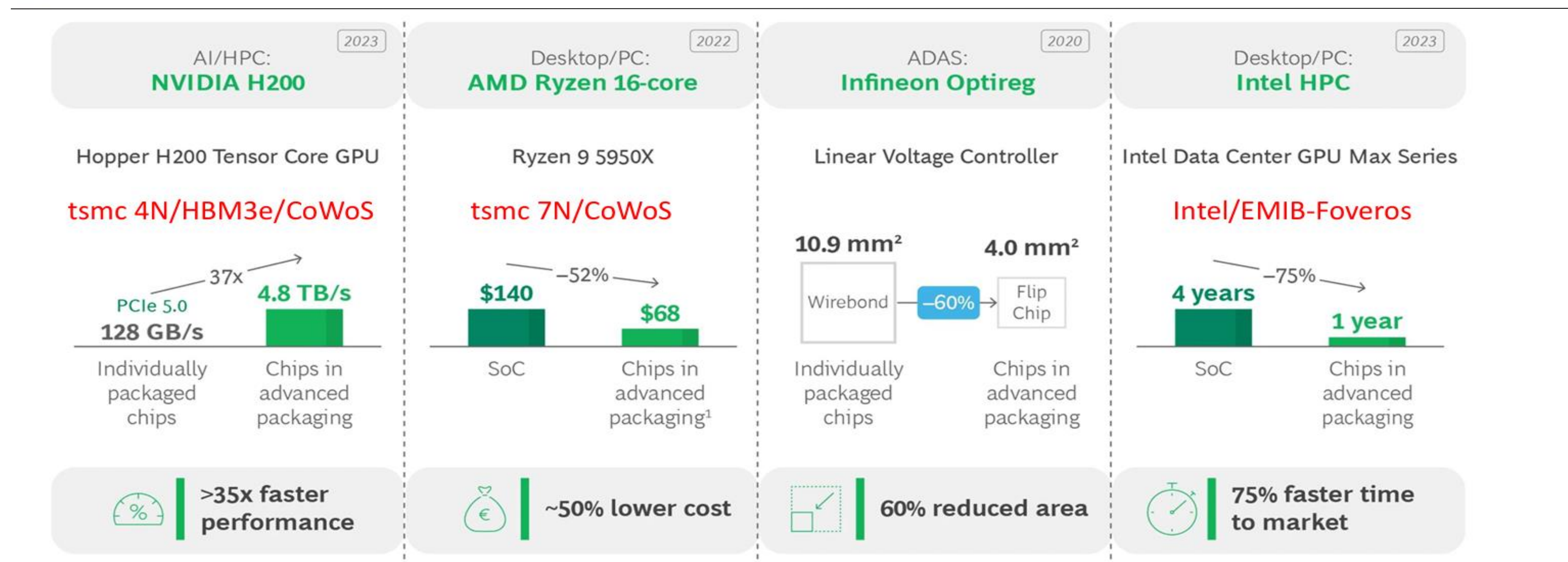


资料来源：领先光学官网，台积电，五矿证券研究所

1.6.1 先进封装架构变革：技术构成高性能计算解决方案创新

- 先进封装的优势：提升信息传输速度、降低单位封装成本、减小封装面积、加速步入市场。
- 根据Yoles数据显示，全球先进封装市场规模将从2023年的378亿美元增长至2029年的695亿美元，年复合增速10.7%。

图表23：先进封装带来的性能提升



1.6.2 先进封装架构变革：技术构成高性能计算解决方案创新

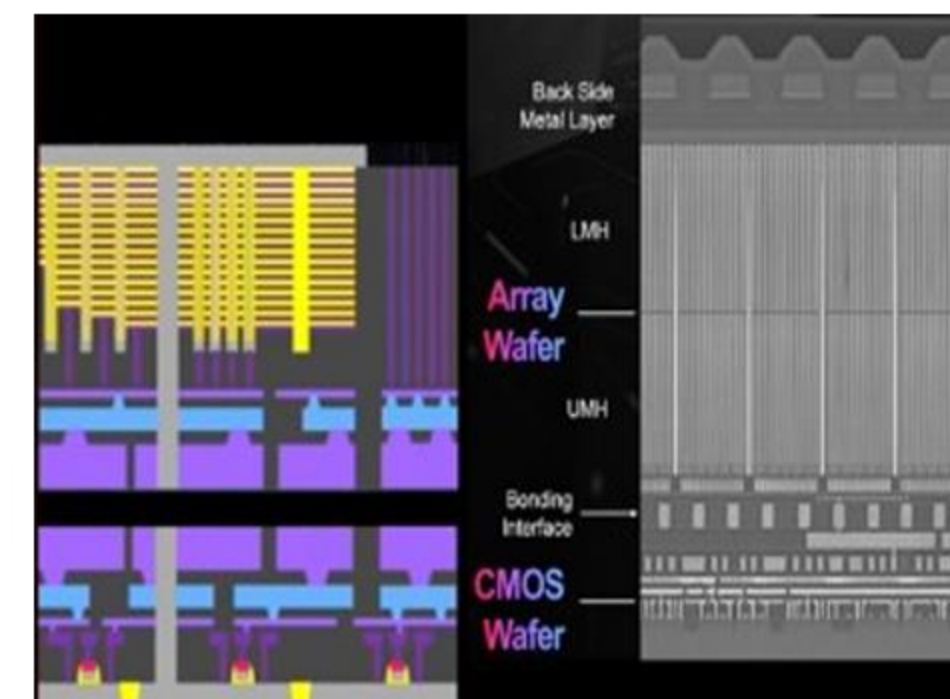
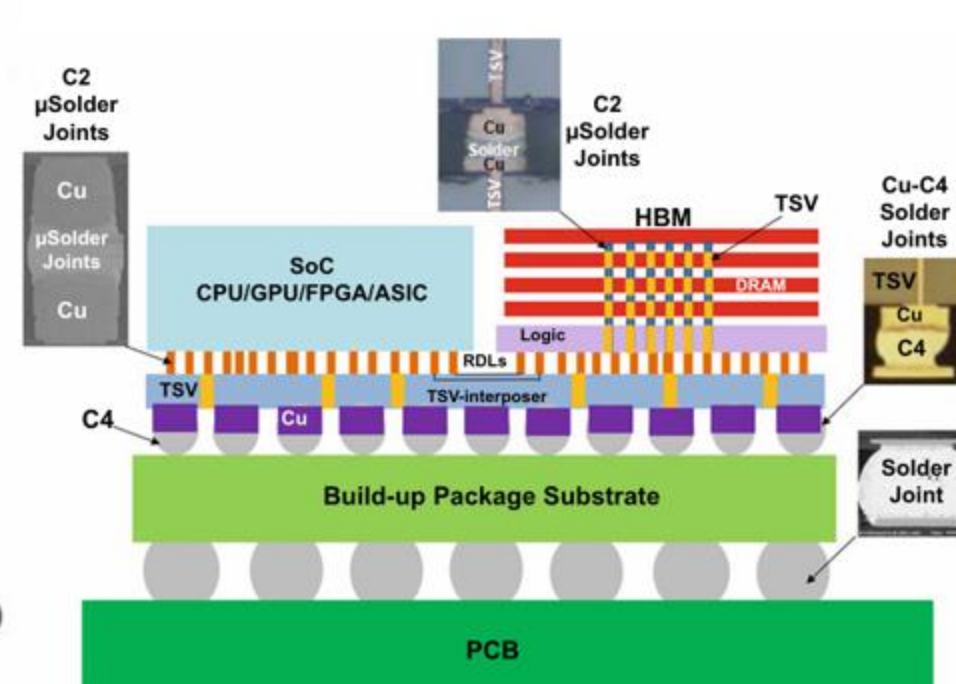
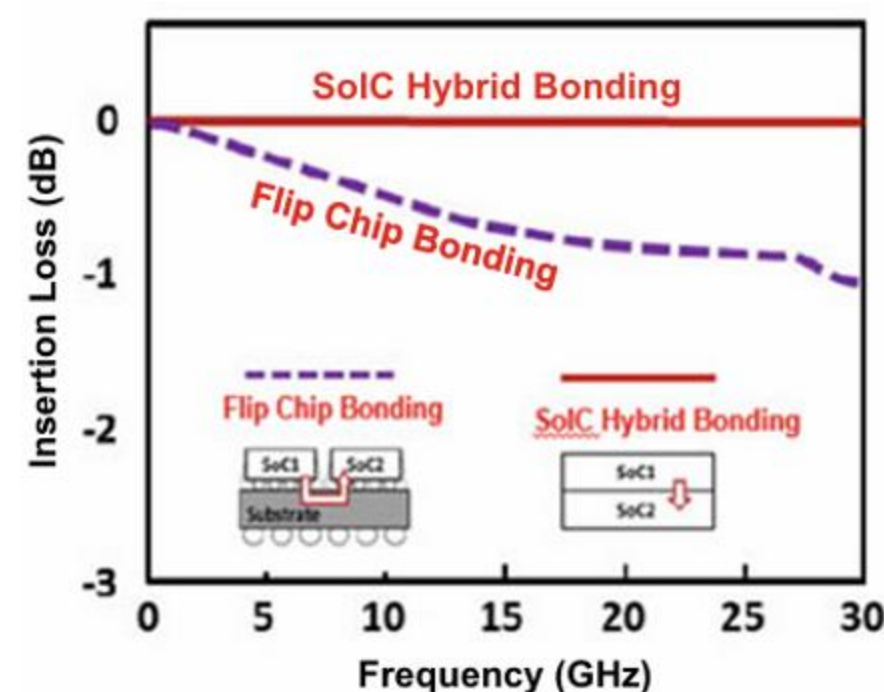
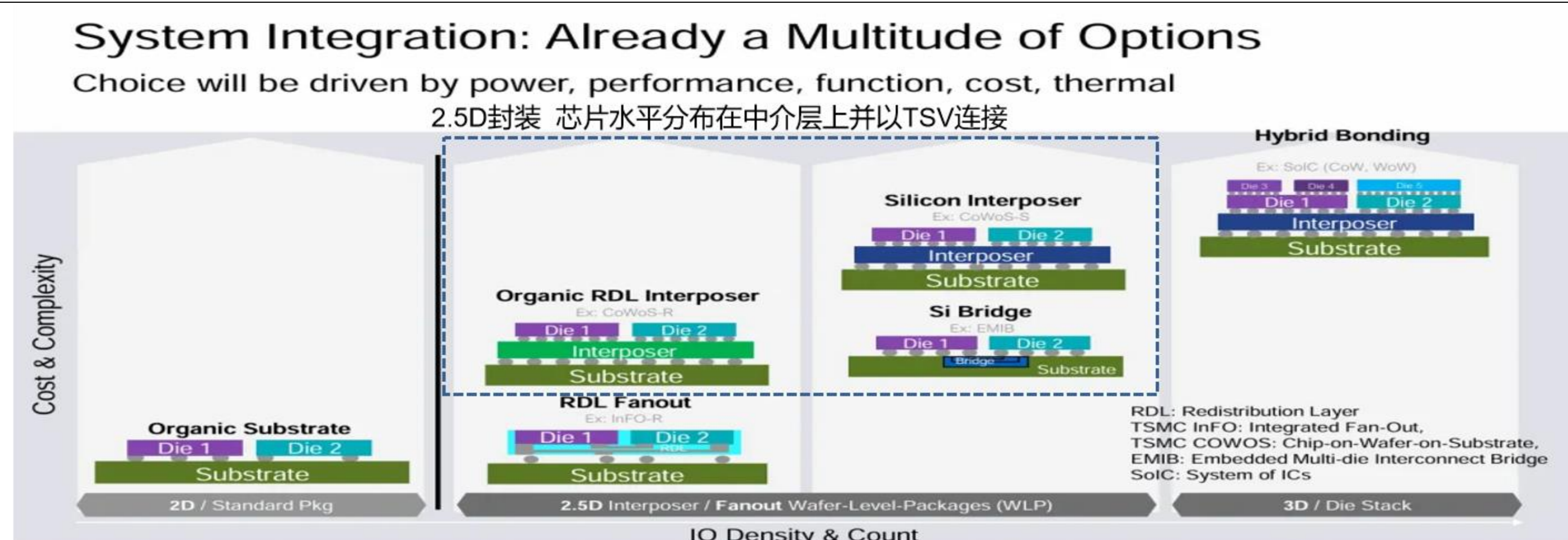
□ 技术趋势：

向2D→2.5D→3D 堆叠，
超高密度芯片间连接；
采用TSV/微凸块→混合键合模式。

□ 需要解决的问题：

热力学和机械力学的挑战，高导热材料和玻璃基板有望成为解决方案。

图表24：先进封装技术的发展

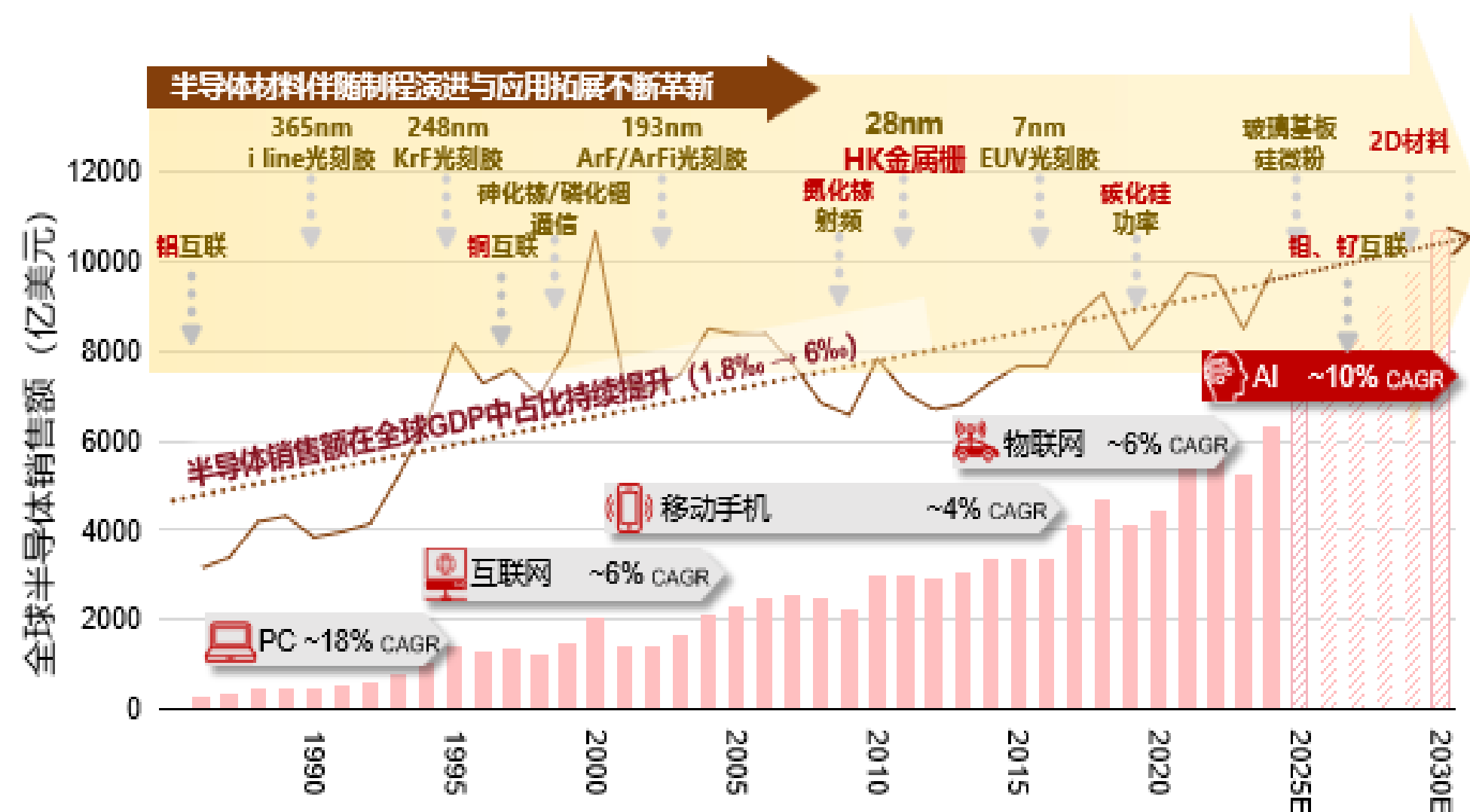


资料来源：V. Moroz 《3DIC STCO for AI Systems》，TSMC，IRDS，John H. Lau 《Chiplet Design and Heterogeneous Integration Packaging》，半导体先进工艺论坛，五矿证券研究所

1.6.3 2030年全球半导体市场规模

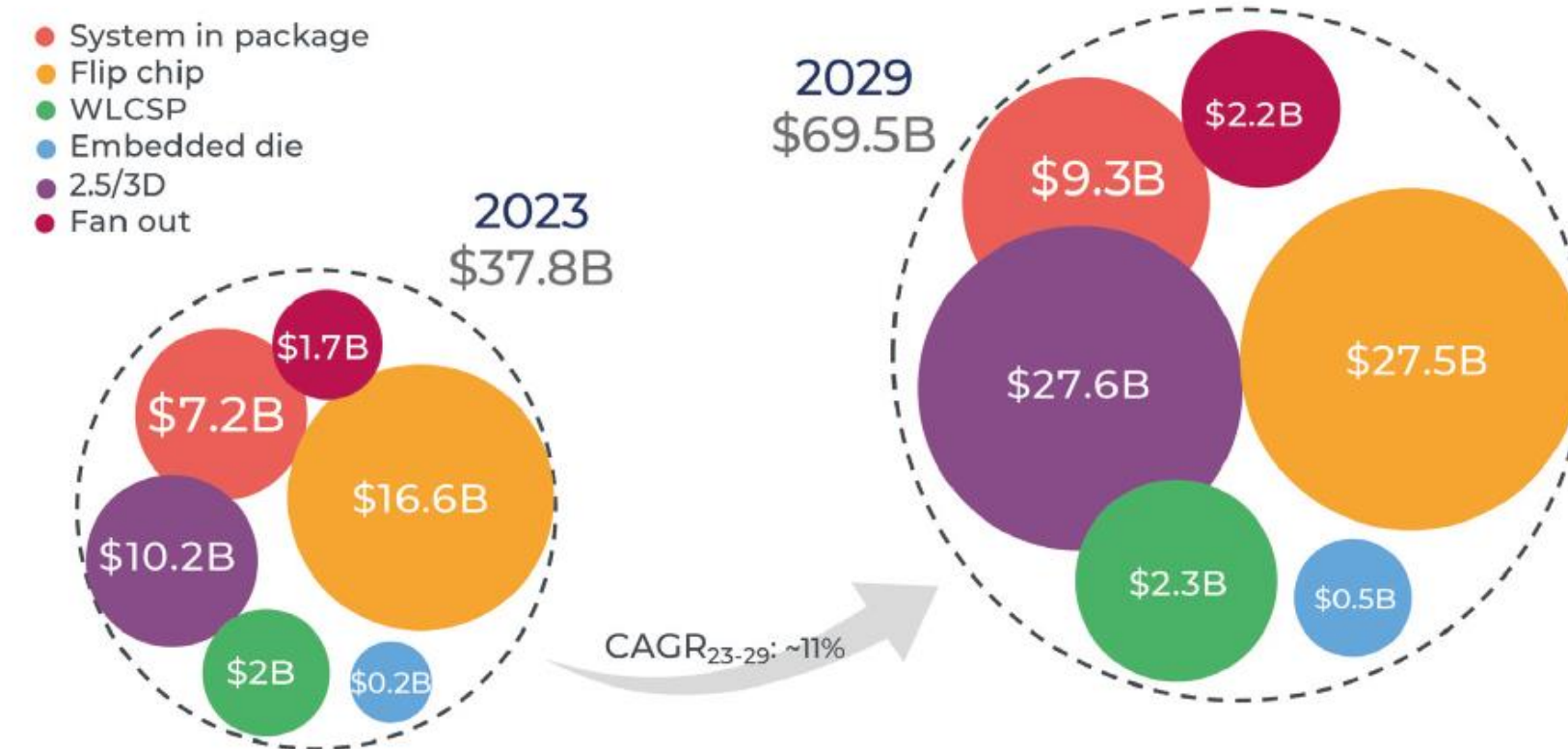
- 根据MIC预测，AI将推动集成电路市场规模步入新的高点，预计到2030年，全球集成电路市场规模超万亿美元。
- 根据Yole 预测，2029年，全球半导体封装材料市场规模将达到695亿美元。

图表25：AI推动集成电路市场规模步入新高点



资料来源：同花顺，长兴材料，张继钢《半导体先进封装材料的应用与发展》，MIC，Yole，电子工程世界，五矿证券研究所

图表26：2023-2029年全球半导体封装材料市场规模预测

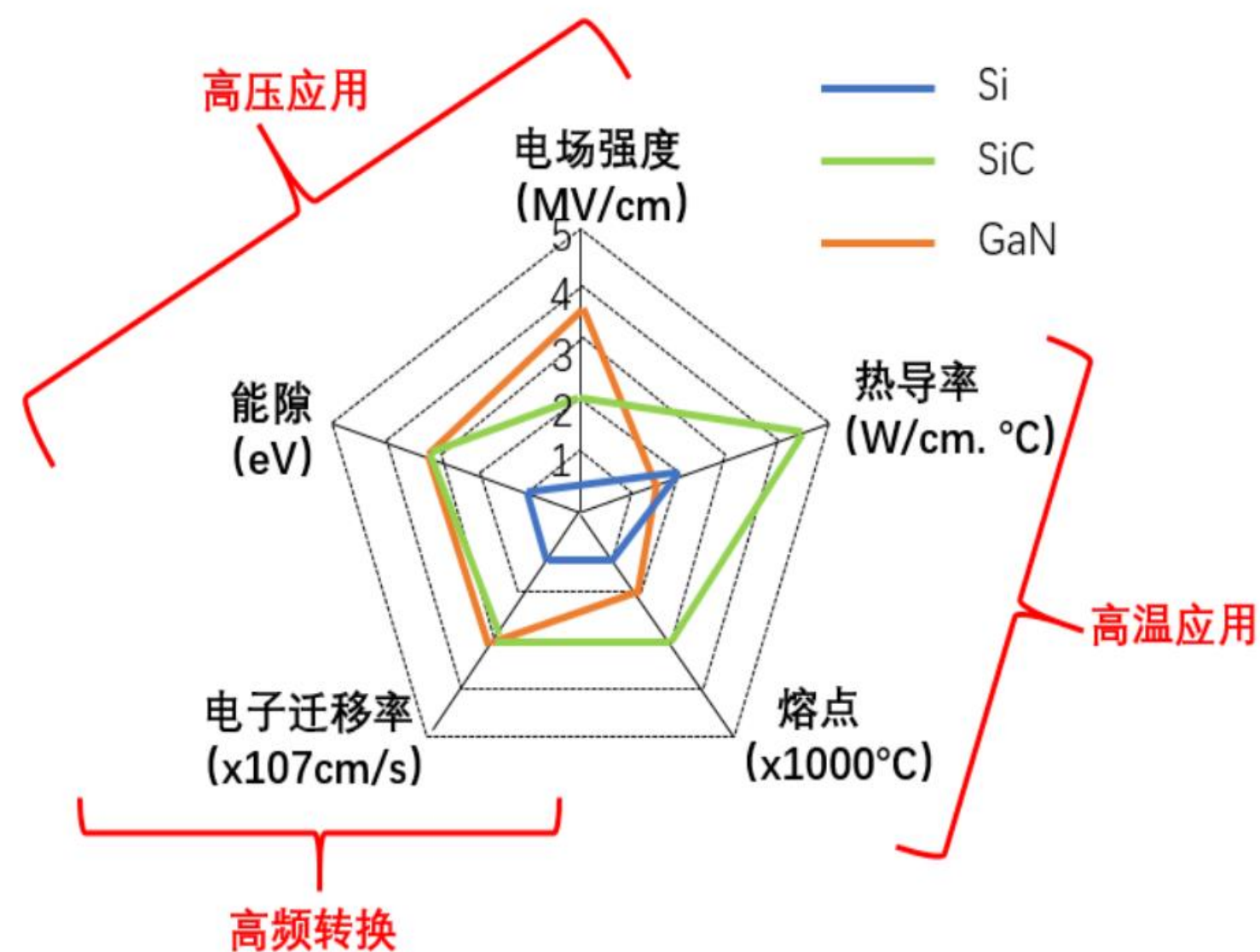


资料来源：Yole，五矿证券研究所

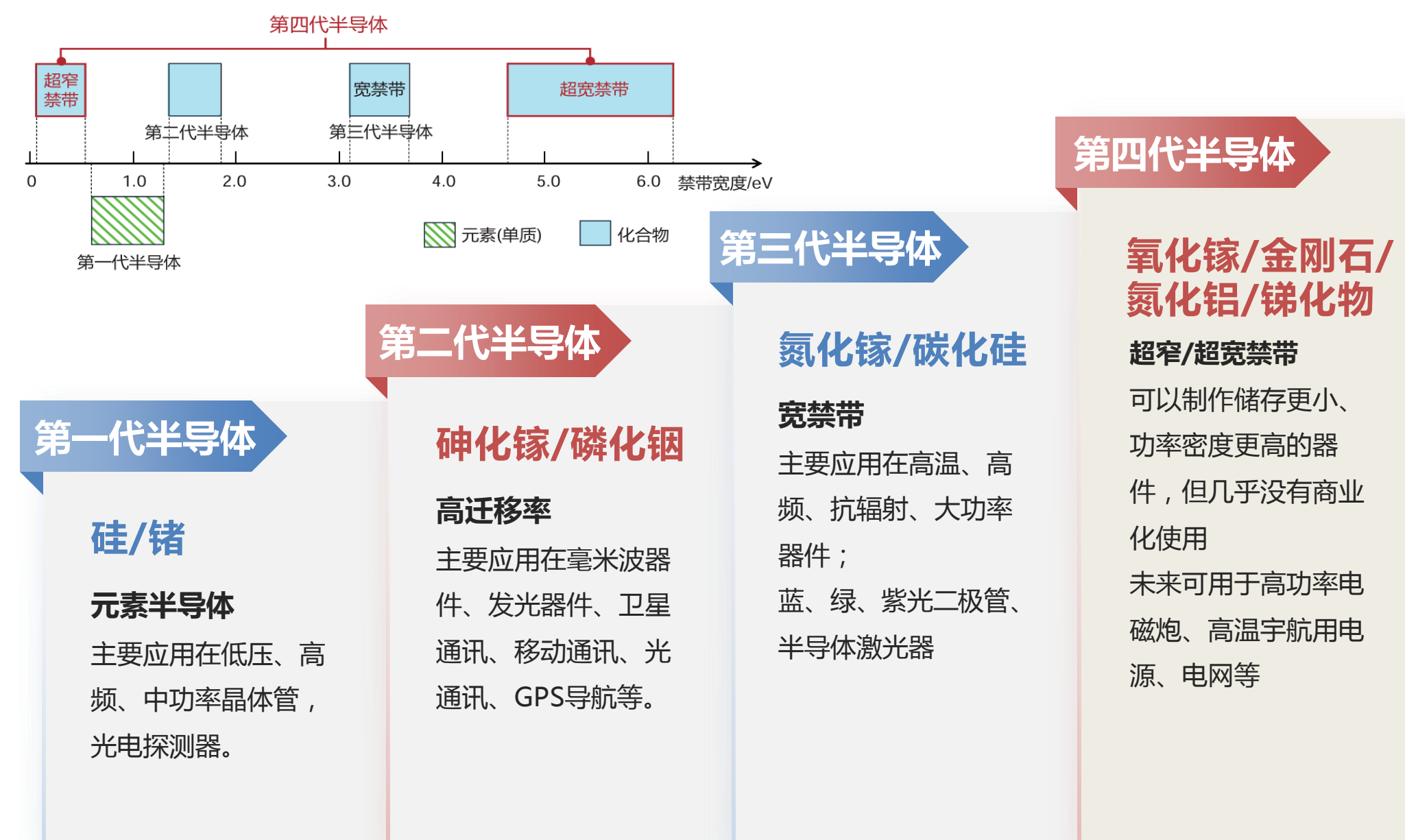
1.7 宽禁带半导体——性能卓越、应用广阔极具前景的半导体材料

□ 材料特性决定了，硅器件在高压/高频/高功率领域难以满足需求，第二/三/四代半导体材料在功率、射频和光电子器件领域，因其材料性能，具有更适宜的应用场所。

图表27：Si、SiC、GaN的性能对比



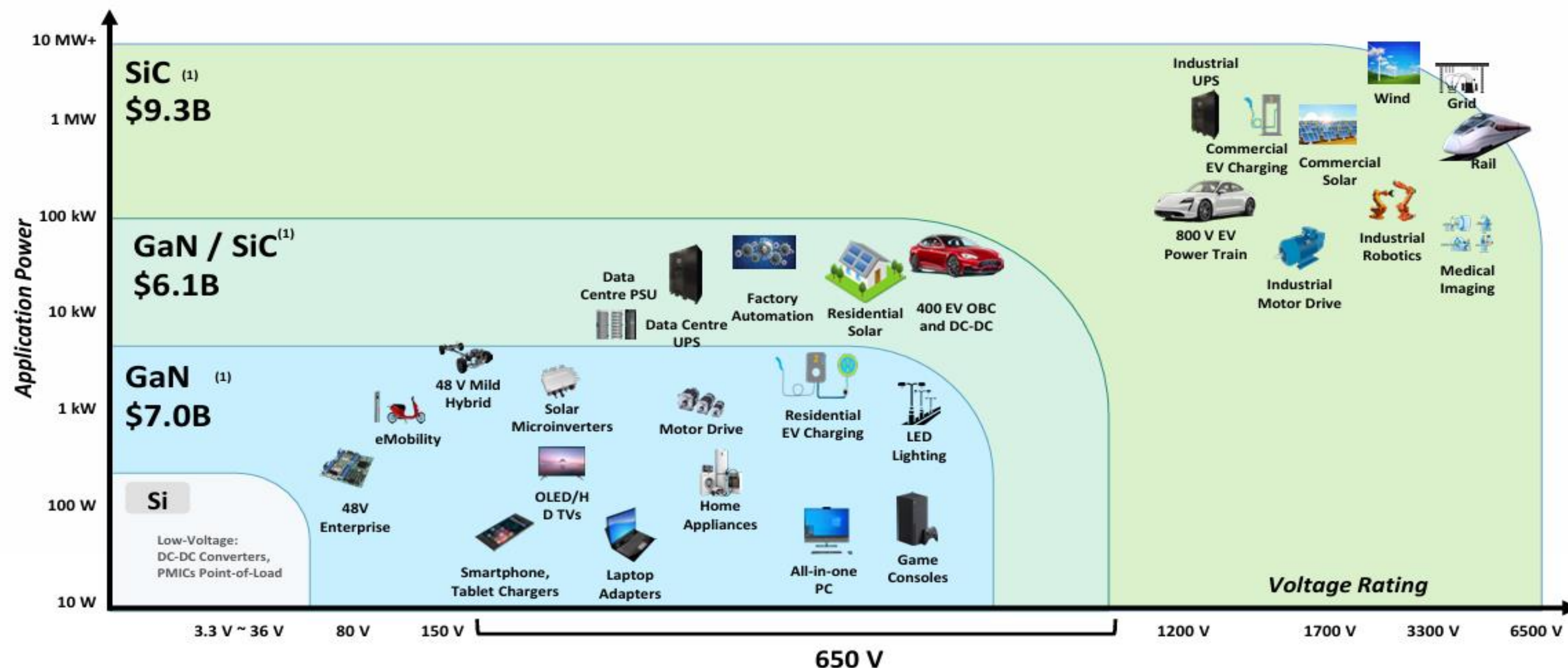
图表28：第一至第四代半导体材料演进



1.7.1 宽禁带半导体的主要运用：功率器件

- ❑ 碳化硅在高温、高压（ $> 1200\text{V}$ ）领域具有绝对优势；
- ❑ 氮化镓晶体管在高频领域（ $> 200\text{KHz}$ ）具有绝对优势，在中高压（ $40\text{-}650\text{V}$ ）具有成本优势。

图表29：宽禁带半导体的应用领域



1.7.2 5G应用加速GaN在通信领域的渗透

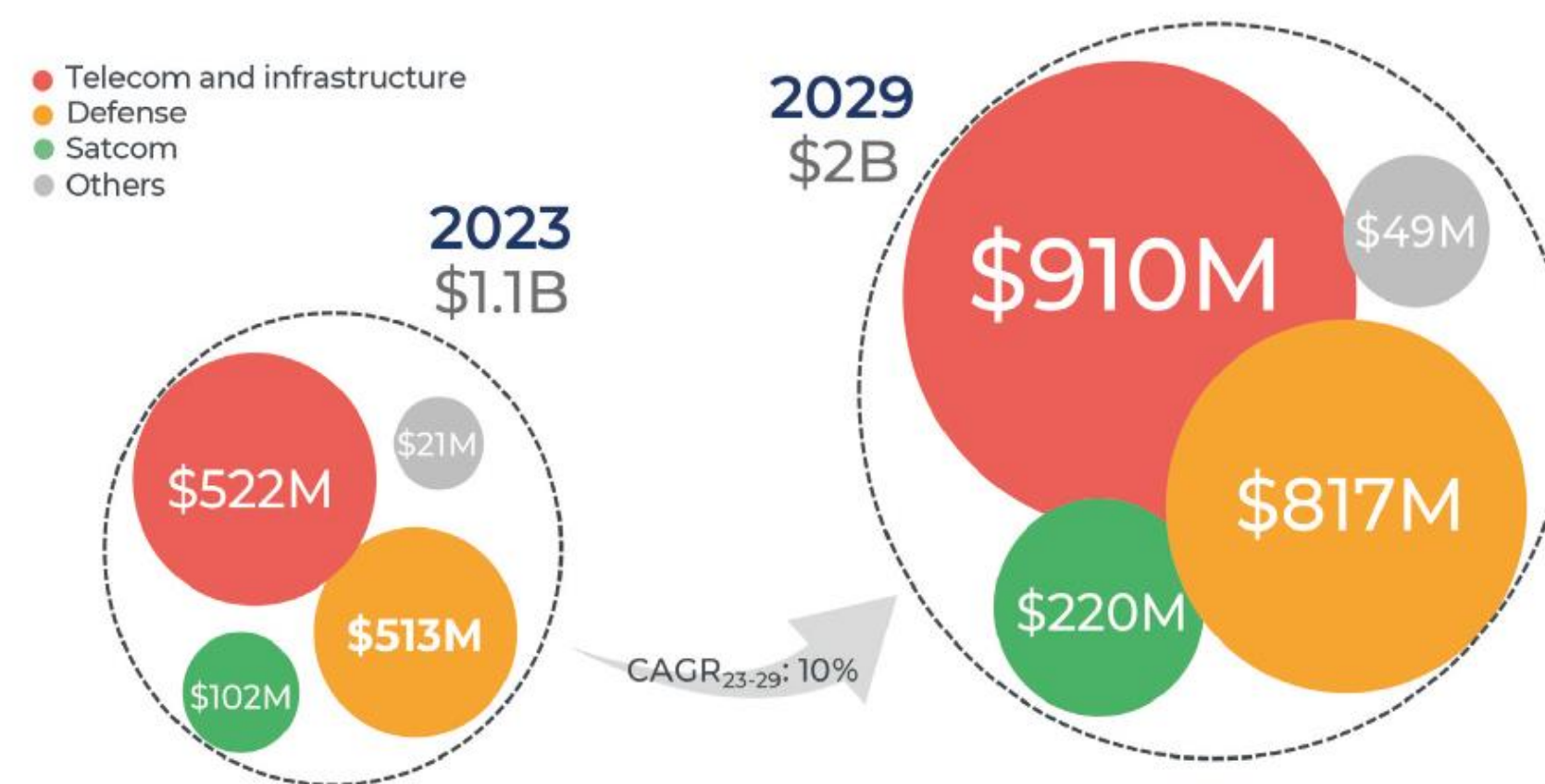
RF（射频）器件的下游主要应用为电信通讯（基站<->手机）、国防、卫星，2024年RF GaN 的市场规模大约20亿美元，无线通讯占47%的市场份额。

图表30：全球GaN射频器件应用领域



资料来源：Yole，五矿证券研究所

图表31：全球GaN射频器件市场规模



资料来源：Yole，五矿证券研究所

02 国际形式与国家政策

图表32：以美国为主导的利益集团对中国半导体产业链的封锁

以美国为主导的利益集团对中国制裁的范围逐步扩大：

企业→技术/材料领域→技术人才→

联合其他国家→直接提高关税



资料来源：BIS，欧盟委员会，荷兰外交部，半导体行业观察，五矿证券研究所

2.1 中长期规划，大基金介入，实现半导体产业链自主可控

国家专项：

国务院于2006年完成发布《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006--2020年)》，确定了核心电子器件、高端通用芯片及基础软件、极大规模集成电路制造技术及成套工艺、新一代宽带无线移动通信、大型飞机、载人航天与探月工程等十六个重大专项

✓ **01专项主攻：**

核心电子器件、高端通用芯片及基础软件产品。具体项目是：CPU, EDA，功率器件,显示器驱动，MCU，电脑操作系统软件等。目前IGBT，MCU等有一定成果；显示器驱动国内市场大（2020年占全球36.3%），突破前景看好；CPU, 电脑操作系统软件很难突破，主因是：该行业规模超大加垄断，垄断者可以依靠规模优势降低成本，把单个产品的利润降到最低，后来者很难有利润空间生存和发展。

✓ **02专项主攻：**

极大规模集成电路制造技术及成套工艺。项目目标是国产半导体装备和材料的国内市占要达到10%和20%以上。项目具体：14m刻蚀、薄膜、掺杂等设备零部件；28nm光刻机及部件；14nm芯片工艺及封测技术。目前除了28nm光刻机其他都基本完成。

国家大基金：

国务院于2014年批准设立国家大基金，通过资金投入支持国内集成电路产业的研发、生产和应用

- ✓ **一期于2014年9月成立**，注册资本987.2亿元，以制造领域为主，主攻下游各产业链龙头。
- ✓ **二期于2019年10月注册成立**，注册资本为2041.5亿元。聚焦半导体设备材料等上游领域。
- ✓ **三期于2024年5月成立**，注册资本高达3440亿元人民币。人工智能、先进技术研发。

国家大基金的成立背景与经济周期、股市位置以及板块走向有一定的相似性，都处于经济衰退到复苏的阶段。通过资金投入，国家大基金不仅支持了国内集成电路产业的研发、生产和应用，还加速了半导体核心领域的国产替代进程，对提升中国在全球半导体产业中的竞争力起到了重要作用。

2.2 中长期半导体规划与五年计划相结合，高瞻远瞩，耐心布局

在集成电路产业和软件产业方面，以十年为期限，在财税、投融资、研发、人才、知识产权等方面给予优惠政策，给半导体产业的发展提供持续稳定的政策、市场环境。

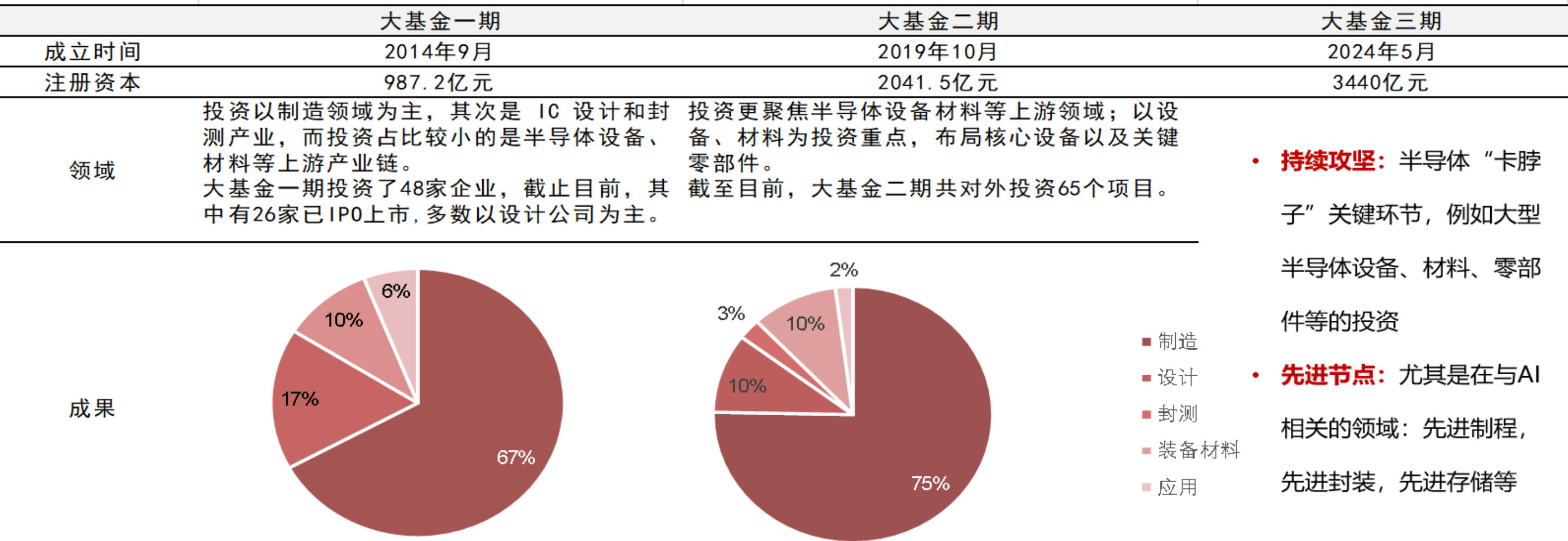
图表33：中国支持半导体发展的相关政策

十五 (2000-2005年)	十一五 (2006-2010年)	十二五 (2011-2015年)	十三五 (2016-2020年)	十四五 (2021-2025年)	十五五 (2026-2030年)
《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干意见》		《关于进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》		《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》	
在税收、进出口等方面给予优惠政策，例如投资额超过80亿元/线宽小于0.25μm的企业，按鼓励外商对能源、交通投资的税收优惠政策执行 鼓励境内外企业在中国境内设立合资和独资的集成电路生产企业		在财税、投融资、研发、进出口、人才等方面给予优惠政策，例如路线宽小于0.8微米（含）的企业享受“两免三减半”所得税政策 完善集成电路产业链，重点支持基础软硬件、相关工艺技术的研发及技术标准的制订，强调产学研结合		在财税、投融资、研发、人才、知识产权等方面给予优惠政策，例如路线宽小于28纳米（含），经营期15年以上企业或项目，免征10年所得税 在先进存储/计算/制造、高端封装测试、关键装备材料、新一代半导体技术等领域，结合行业特点推动各类创新平台建设	
	《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020年)》 01专项、02专项				
将“核心电子器件、高端通用芯片及基础软件” (01专项)、极大规模集成电路制造技术及成套工艺(02专项)作为16个重大专项的前两位，并在科技投入、税收优惠、金融支持、知识产权保护等方面提出了政策和措施。					
	《国家集成电路产业发展推进纲要》				
	到2015 年，集成电路产业销售收入超过3500亿元。32/28纳米制造实现规模量产，中高端封测占封测业总收入30%以上，65-45nm关键设备和12英寸硅片等关键材料在生产线上得到应用。		到2020 年，全行业销售收入年均增速超过20%。16/14纳米制造实现规模量产，到2030年，集成电路产业链主要环节达到国际先进水平，封测达到国际领先水平，基本建成技术先进、安全可靠的集成电路产业体系。		
			《中国制造2025》		
			提升集成电路设计水平和国产芯片的应用适配能力，不断丰富知识产权（IP）核和设计工具，突破核心通用芯片，掌握高密度封装及三维（3D）微组装技术，提升封装产业和测试的自主发展能力。形成关键制造装备供货能力。		

2.3 国家大基金三期成立，国内“卡脖子”环节仍是关键领域

国家大基金三期于 2024 年 5 月 24 日成立，注册资本 3440亿元人民币。首次国有六大行共同出资，持股比例33.14%，公告称旨在引导社会资本加大对集成电路产业的多渠道融资支持，重点投向集成电路全产业链。

图表34：国家大基金一、二、三期



资料来源：企查查，五矿证券研究所

03 地缘政治下半导体如何发展

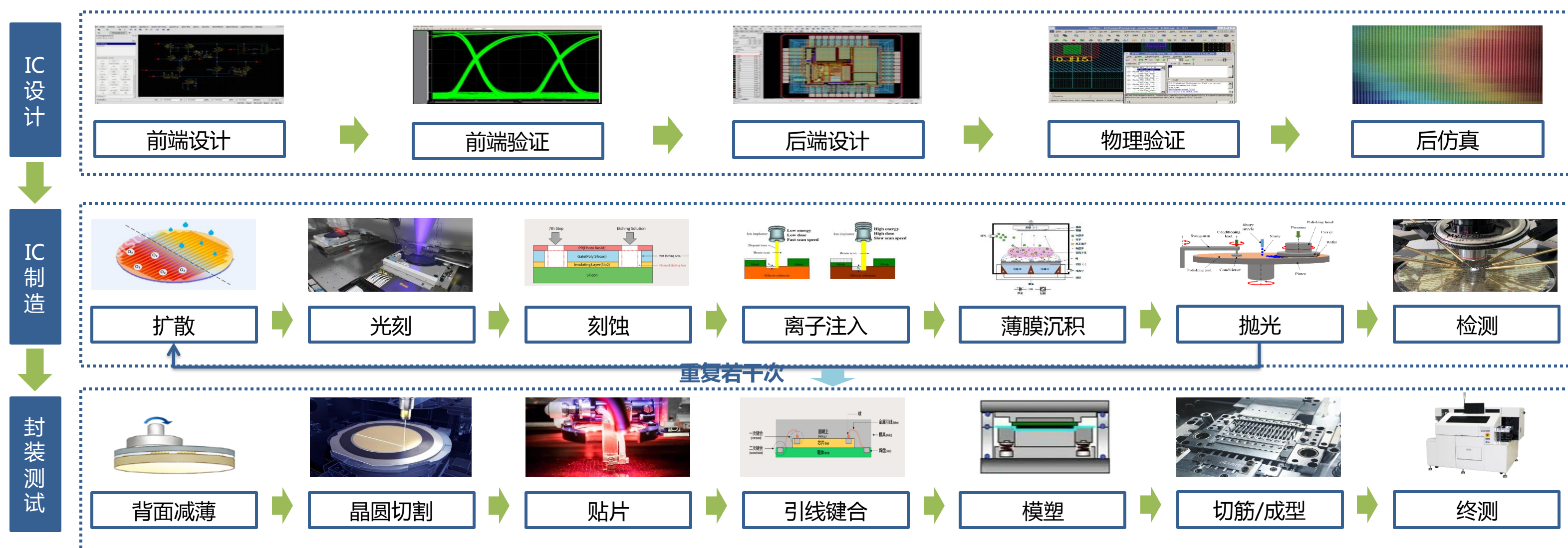
3.1 全球半导体发展如火如荼，中国正在努力追赶

半导体制造工艺流程主要包括设计、制造和封装。

制造从硅片入手，需经多次重复的氧化、扩散、光刻、刻蚀等工序；封测则主要对芯片进行减薄、切割、引线键合、测试等操作。

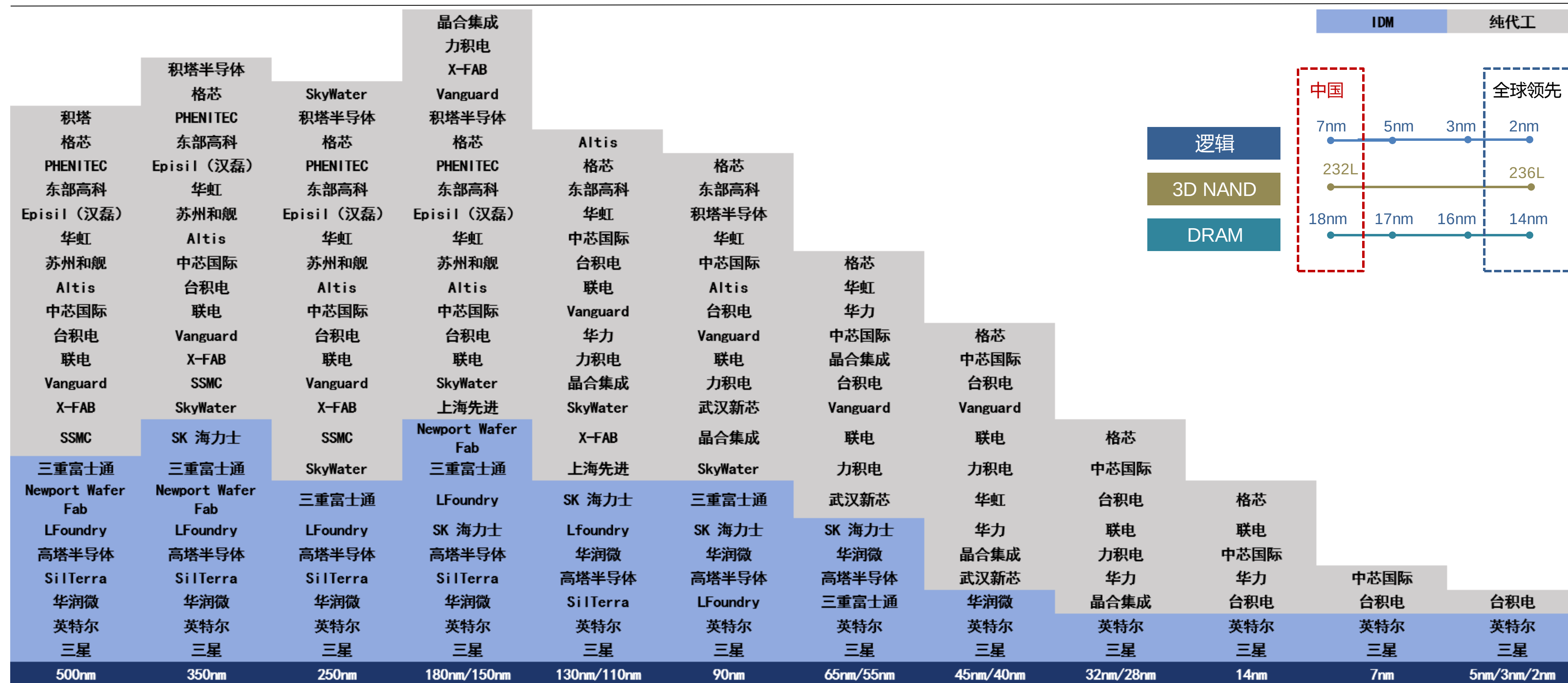
芯片的在重复若干次的工艺中，需要**大量的设备**支撑代工厂的产能，比如一个万片的12寸厂，大概需要十几台光刻机、几十台蚀刻机等，同时设备上需要**大量的耗材**，比如光刻机的激光光源，蚀刻的静电卡盘等，也需要**大量的消耗性原材料**，如大硅片、光刻胶、电子特气等。

图表35：半导体制造工艺流程



3.2 国产替代一直是半导体的主旋律

图表36：半导体制造国产化情况

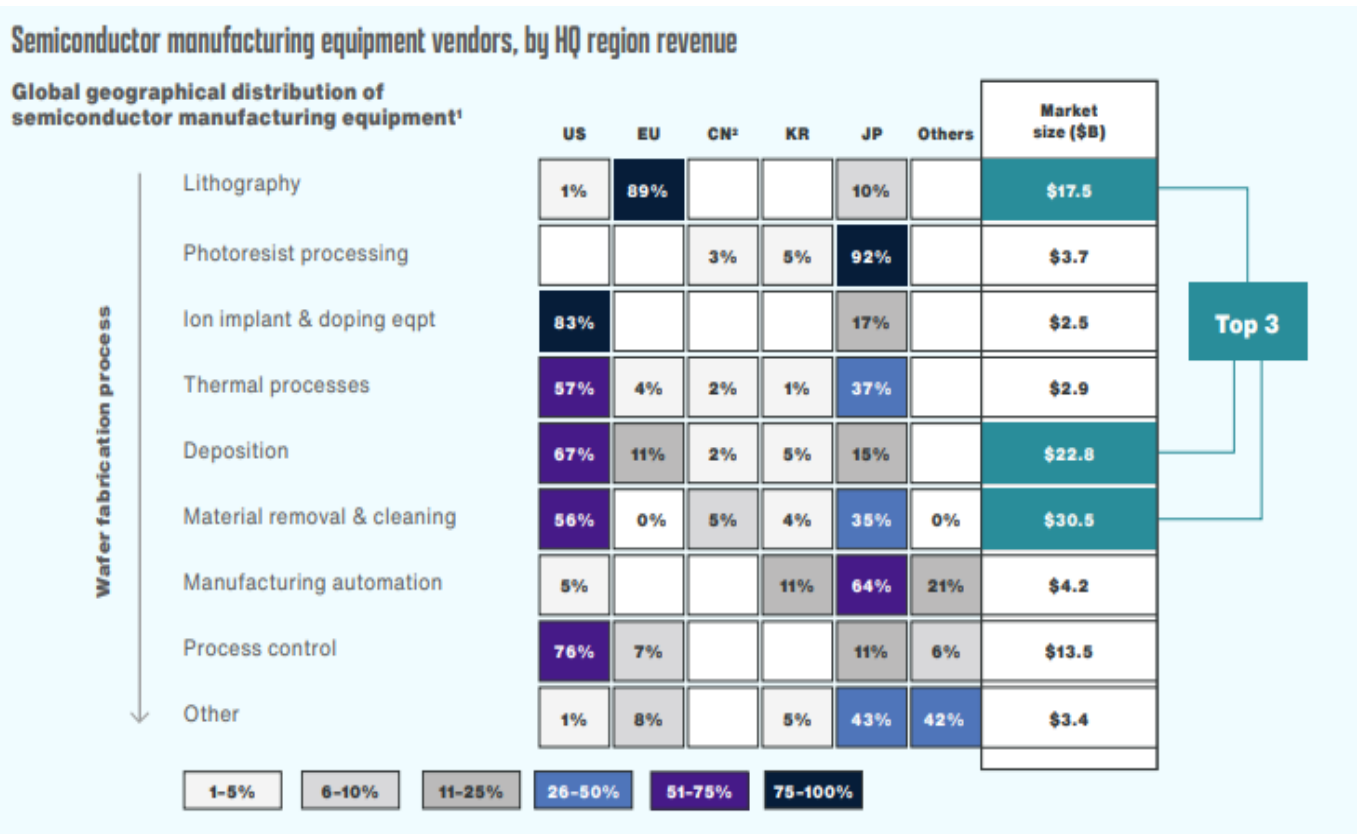


资料来源：Omdia，五矿证券研究所

3.2 国产替代一直是半导体的主旋律

- ❑ **价值1100亿美元的半导体设备市场**：涵盖了11大类、50多种专业设备，每个细分市场都由少数几家主要供应商主导。光刻、沉积、材料去除和清洗这三个细分市场占据70%市场份额。目前较为薄弱的是光刻机和量检测设备。
- ❑ **价值约500亿的半导体零部件市场**：目前整体零部件国产化进程较为顺利，在光学部件方面较为薄弱。
- ❑ **价值约700亿美元的半导体材料市场**：包括制造的大硅片，光刻胶，掩膜版等；封装的硅微粉等。其中，大硅片、电子特气、掩模版、光刻胶等前端材料占半导体市场规模的61.8%，大部分都控制在日本手中，在先进材料上，我国国产化率较低。

图表37：半导体设备市场竞争格局



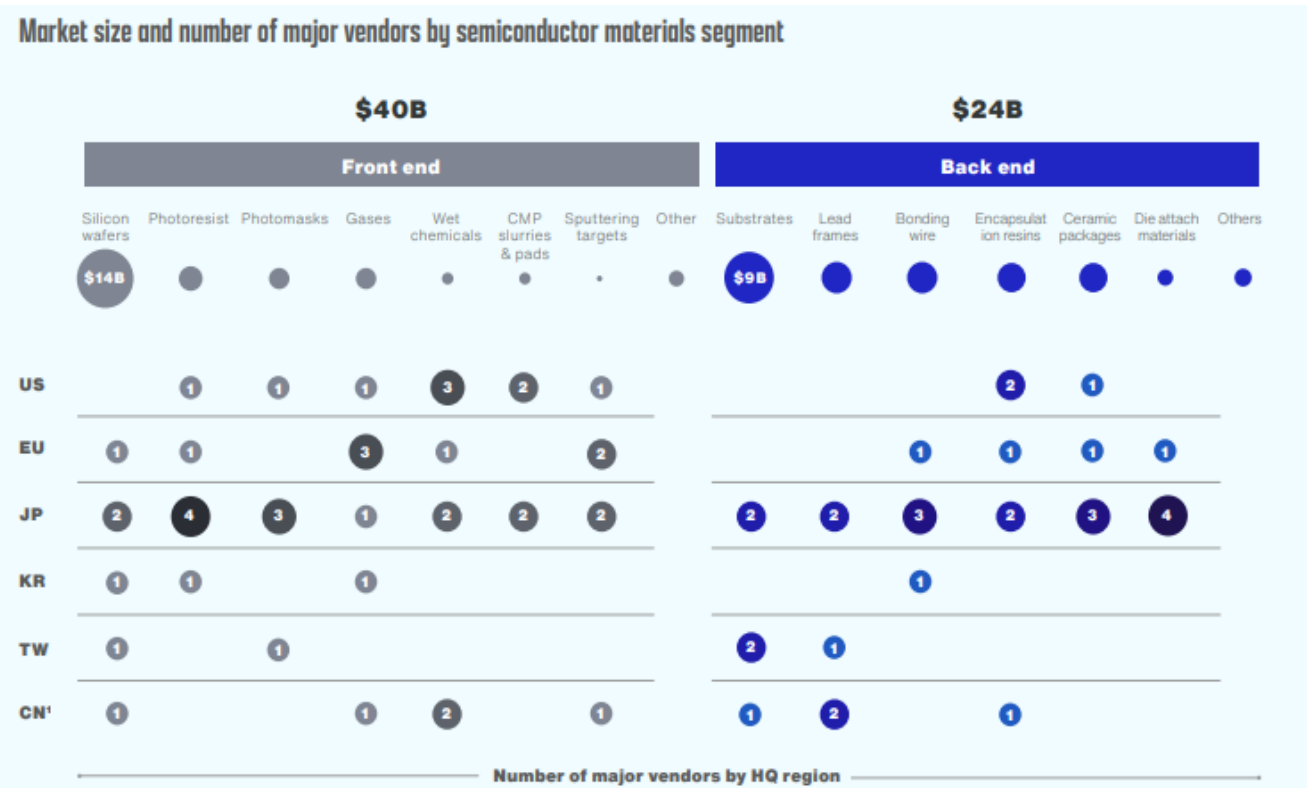
资料来源：SIA，五矿证券研究所

图表38：半导体零部件市场竞争格局



资料来源：中金企信，五矿证券研究所

图表39：半导体材料市场竞争格局



资料来源：SIA，五矿证券研究所

3.3 “一代装备，一代材料”

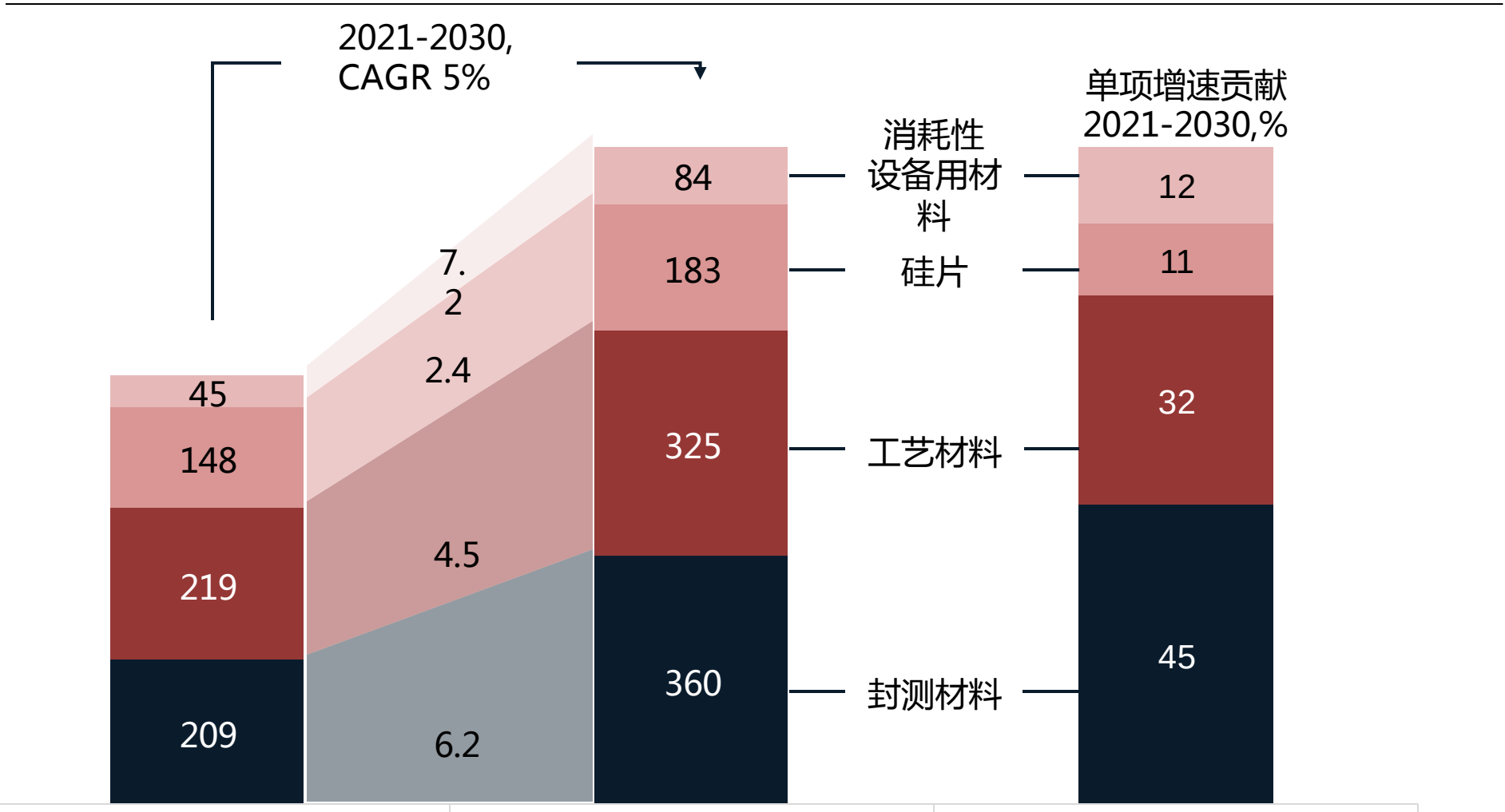
- 中美贸易科技博弈常态化威胁着我国的产业链安全，中国在战略关键领域受制于欧美等发达国家：材料本质为基础研究驱动，中美科技博弈加速暴露了我国在半导体材料领域的相对短板，进口替代与自主创新是中国发展核心半导体材料的主旋律。
- 全球半导体材料市场广阔，中国增速领跑全球。**全球半导体材料市场规模超过500亿美元，中国市场大约占1/10。近十年来，中国半导体材料市场规模的增速接近10%，是世界整体增速的两倍。
- 半导体材料市场由外资企业占据主要份额，高端产品及上游是强链延链补链的重点。**

图表40：半导体材料国产化率

材料名称	2022年国产化率	2024年国产化率
硅片	9%	55%（8英寸）、10%（12英寸）
光掩模	30%	晶圆厂商自产为主
光刻胶	< 5%	10%
电子气体	<5%	15%
湿电子化学品	3%	10%（G3及以上）
溅射靶材	20%	30%
抛光材料	20%	30%（抛光液）、20%（抛光垫）
引线框架	<30%	40%
封装基板	<20%	<20%
环氧塑封料	—	30%
键合丝	<20%	30%

资料来源：观研天下，五矿证券研究所

图表41：全球半导体材料市场规模（亿美元）



资料来源：techcet，五矿证券研究所

风险提示

- 1、宏观经济恢复不及预期，半导体行业下游需求不及预期；
- 2、贸易摩擦加剧，半导体行业供应链进一步受限的风险；
- 3、若半导体行业技术研发和迭代、产品推进不及预期，存在国产替代不及预期的风险；
- 4、半导体行业竞争加剧，部分企业盈利能力下滑的风险。

Thank you



欢迎关注微信公众号

五矿证券研究所

上海

浦东新区陆家嘴街道富城路99号震旦国际大厦30楼
邮编：200120

深圳

深圳市南山区滨海大道3165号五矿金融大厦23层
邮编：518035

北京

北京市东城区朝阳门北大街3号五矿广场C座3F
邮编：100010

免责声明

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。作者保证：（i）本报告所采用的数据均来自合规渠道；（ii）本报告分析逻辑基于作者的职业理解，并清晰准确地反映了作者的研究观点；（iii）本报告结论不受任何第三方的授意或影响；（iv）不存在任何利益冲突；（v）英文版翻译若与中文版有所歧义，以中文版报告为准；特此声明。

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在20%及以上；
		增持	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于5%~20%之间；
		持有	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于-10%~5%之间；
		卖出	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在-10%及以下；
		无评级	对于个股未来6个月的市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业评级	看好	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%~10%之间；
		看淡	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

一般声明

五矿证券有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本公司不会因接收人收到本报告即视其为客户，本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。本报告的版权仅为本公司所有，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式对本研究报告的任何部分以任何方式制作任何形式的翻版、复制或再次分发给任何其他人。如引用须联络五矿证券研究所获得许可后，再注明出处为五矿证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。在刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的同时，也应注明本报告的发布人和发布日期及提示使用证券研究报告的风险。若未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入或将产生波动；在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。在任何情况下，报告中的信息或意见不构成对任何人的投资建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。本公司及作者在自身所知知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。五矿证券版权所有。保留一切权利。

特别申明

在法律许可的情况下，五矿证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到五矿证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。