

(报告出品方/作者：中信建投证券，刘双锋、雷鸣、孙芳芳)

一、全球半导体产业迎来第三波发展浪潮

1.1 各类电子产品新旧应用需求推动半导体芯片规模不断扩大

半导体芯片在各类终端虽然应用比例不同，但是新旧应用需求共同推动逻辑、存储和 DAO 规模的不断扩大。

根据美国半导体协会 (SIA) 公布的数据显示，2020 年全球芯片销售额 4390 亿美元，同比增长 6.5%。从长期来看，因个人装置和晶片运算设备需求不断提升，将导致半导体市场将在未来几年持续成长。除了个人装置和伺服器，半导体应用包括 AI、5G、自驾车等也都迅速发展，使 2021 年半导体产业营收金额，预期将较前一年再成长 8.4%。

另外，根据全球半导体贸易统计协会 (WSTS) 的数据，全球半导体市场规模在 2020 年同比增长 6.8%，达到历史最高的 4,403.9 亿美元。由于世界经济发展呈现恢复，汽车产业等将快速复苏，再加上 5G 进一步普及扩大需求的推升等原因，全球半导体贸易统计协会 (WSTS) 预测，2021 年全球半导体产业市场规模将达到 4,882.7 亿美元，超过 2020 年的 4,403.9 亿美元，创出历史新高。

半导体分为逻辑、存储、DAO，受益工业、汽车等领域，DAO 市场规模增长最快且达到 12.55%。半导体器件有 30 多种，但业界一般分为三大类别：逻辑、存储、DAO。以 DAO 类别为例，在智能手机和消费电子中的价值占比约 1/3，而在工业和汽车应用领域占比高达 60%。由于全球经济形势的逐渐改善以及市场对具有新功能的系统的需求，例如人脸识别、三维成像、机器视觉、利用多传感器实现自动控制、嵌入式人工智能、5G 手机服务、自动驾驶需求等，DAO 将保持持续增长且增长最快。根据 WSTS 的预测数据，2021 年度 DAO 市场规模将增长 12.55%，达 1517 亿美元，并占到全球半导体市场规模的 31%。

逻辑器件是处理“0”和“1”的数字芯片，是所有设备计算和处理的构建模块，约占整个半导体价值链的 42%。逻辑类别主要包括：微处理器（比如 CPU、GPU 和 AP）、微控制器 (MCU)、通用逻辑器件（比如 FPGA），以及连接器件（比如 WiFi 和蓝牙芯片）。

存储器芯片用来存储数据和代码信息，主要有 DRAM 和 NAND

两大类，约占整个半导体价值链的 26%。DRAM 只能暂时存储数据和程序代码信息，存储容量一般比较大；NAND 俗称闪存，即便掉电也可以长期保存数据和代码，手机的 SD 卡和电脑的 SSD 固态硬盘都使用这类存储器芯片。

DAO 代表分立器件、模拟器件，以及其它类别的器件（比如光电器件和传感器），约占整个半导体价值链的 32%。二极管和晶体管都是分立器件；模拟器件包括电源管理芯片、信号链和 RF 器件；其它类别的器件虽然占比不高，但也不可忽视（计算机和电子设备缺少一个器件就无法工作），比如传感器在新兴的物联网应用中越来越重要。

全球半导体若按这三大类别细分，总体销售额按照应用划分如下：智能手机占 26%；消费电子占 10%；PC 占 19%；ICT 基础设备占 24%；工业控制占 10%；汽车占 10%。

图表8： 中国月度汽车销量（单位：辆）



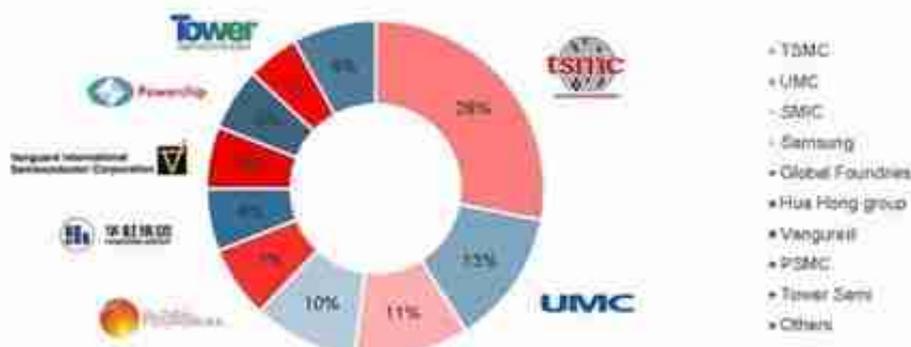
1.1.3 PC、平板、物联网、矿机等需求增长

疫情推动 PC、平板等存量市场大幅增长。平板及 PC 原本为低个位数增长甚至略有下降的存量市场，在此轮疫情的推动下出现需求爆发。IDC 预计 2021 年全球 PC 市场出货量同比增速达到 18.2%，主要驱动力为疫情带动的新应用场景大幅拉动了 PC 需求，其中 2C 端和 2B 端的短期渗透率和长期更换频率都发生了基本面的变化，新应用场景带来长期驱动，IT 预算也会迎来增长。

虚拟币带动矿机等需求，加剧了行业缺货情况。自 20 年下半年以来，虚拟货币价格攀升，带来挖矿热潮。目前比特币等虚拟货币采用 ASIC 矿机，以太坊等虚拟货币采用显卡矿机。矿机与显卡需求高涨对于先进制程的需求较为明显，也部分挤占了 PC 等产品的显卡供应，加剧了行业缺货情况。目前尽管币价冲高回落，但此前的矿机订单均已排满至 2022 年。

小家电、物联网等市场下游需求旺盛。海外宅家需求推动家电类产品需求，2020 年，全球小家电市场的收入为 2241 亿美元，同比增长 11%。同时智能家居成为确定性的趋势，智能化的全屋互联、全场景生态已经深入人们的生活，物联网终端连接数也稳定增长。

图表17： 2020 年全球晶圆代工厂商按成熟节点（≥40nm）的产能排序



40nm

以上成熟节点市占率稳

定，各节点市场趋于均衡态势发展。成熟节点主要应用于中小容量的存储芯片、

模拟芯片、MCU、电源管理、模数混合、传感器、射频芯片。根据 IC insight 的数据，2020 年全球芯片产能在 2,109 万片左右，其中 40nm 以上节点产能市占率为 40.8%；10nm-20nm（不含）节点产能市占率为 38.4%；10nm 以下节点产能市占率为 10%。2022-2024 年，全球芯片产能预计为 2408/2515/2599 万片，其中 40nm 以上节点产能市占率预计分别为 38.2%/37.4%/37.2%；2019-2024 年 40nm 以上成熟节点产能 CAGR 为 2.59%，维持良好市场需求。2024 年，10nm 以下先进节点产能市占率预计为 29.9%，主要由于 5G、无人驾驶、高运算等芯片需求增加所致。

1.3 缺货涨价潮下景气周期持续时间有望延续至 22 年

行业缺货涨价潮持续，并逐渐传导至下游终端。2021 年春节之后，涨价潮从 8 英寸蔓延至 12 英寸，各半导体大厂纷纷发布涨价函，芯片交期进一步拉长。博通产品交期 50 周，联发科、瑞昱均为 20-30 周以上。进入二季度后，缺货和涨价潮持续，半导体厂商纷纷发布涨价通知。同时，芯片缺货传导到汽车、手机、PC 等终端产品，下游本田、日产、丰田、福特、大众、通用等整车厂均相继发布停产或减产规划。此前 IHS 预计 2021 年一季度由于芯片短缺所引起的轻型汽车减产数量将达 67.2 万辆，预计二季度的汽车减产 130 万辆。

我们认为本轮半导体景气周期持续度将超出此前预期，预计延续至 2022 年。我们认为本轮景气周期的本质是行业需求的高速增长，而不仅仅是库存周期。展望长期趋势，从需求侧，5G 拉动终端“硅含量”是确定性趋势，并将随着 5G 手机、新能源车、物联网等行业增长而继续呈现旺盛需求，从供给侧，2022 年之后，全球晶圆产能将陆续释放，带来供需逐步趋于平衡，逐步缓解涨价趋势。

二、半导体技术多方向的发展给装备带来多维度的发展空间

全球数字经济在国民经济中地位持续提升，“连接”与“智能”是最基本的逻辑内核，半导体产业的支撑作用越发越重要。每 1 美元半导体芯片的产值可带动相关电子信息产业约 10 美元产值，并带来约 100 美元的 GDP。根据 Gartner 及 WSTS 公布的 2020 年产值，全球半导体设备为 710 亿美元，带来半导体芯片产值为 4400 亿美元，对应的 IT 相关电子信息产业约 3.7570 万亿美元，带来的 GDP 产值为 35 万亿美元。

随着晶体管的尺寸逐步趋近物理极限，半导体技术正在向先进工艺，特色工艺，先进封装及三维集成三个方向推动半导体产业的可持续发展，同时也为设备的发展带来了更广阔的发展空间。

2.1 逻辑芯片技术代不断演进和多样化需求使装备需求不断增加

晶体管在芯

片中起到“开关”作用

，能通过影响相互的状态传递信息。晶体管的栅极控制着电流能否从源极流向漏极，电子流过晶体管相当于“开”，电子不流过晶体管相当于“关”。随着晶体管尺寸缩小，源极和栅极间的沟道不断缩小，当沟道缩短到一定程度时，即便不加电压，源极和漏极也因间距过小而互通，即产生“漏电”现象，晶体管则失去“开关”的功能，无法实现逻辑电路。

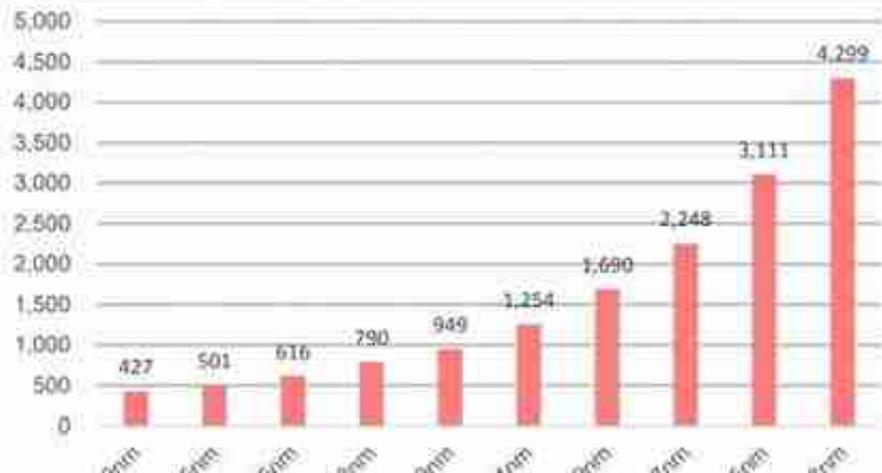
逻辑器件内部结构拆解：

对于逻辑器件，其工艺流程是由一层层制备起来的，可以分为前道工序和后道工序。在前道工艺中，首先在硅衬底上划分两个区域，一为制备晶体管的区域，另一位离子注入后实现 N 型和 P 型的区域。之后，是制作栅极，随后仍为离子注入，以此来完成结构中每一个晶体管的源极（source）和漏极（drain），实现硅衬底上的 N 型和 P 型场效应晶体管。之后进行的工艺被称为后道工艺，建立若干层的导电金属线，不同的金属线之间用柱状金属进行相连。由于目前大多选用 Cu 作为导电金属，后道工序也可以被称为 Cu 互联。

后道工序的具体步骤（BEOL）（Wikipedia）首先对源极及源极、漏极和多硅区进行硅化，随后添加电解质，并对其进行 CMP 处理。在 PMD 中打孔进行接触，添加金属层，之后添加第二层电介质（金属间电介质），通过介电层形成通孔，将较低的金属和较高的金属连接，通过 CVD 工艺填充通孔。重复添加金属层、添加金属间电介质、形成通孔的步骤，直至获得所有金属层。最后添加钝化层，来保护微芯片。

新的集成技术在晶圆衬底上也添加了很多新型功能材料，例如：前道(FEOL)栅极的高介电常数材料，它能有效地增大栅极的电容并减少漏电流。前道(FEOL)中的关键光刻层是 FIN 和栅极(gate)。后道(BEOL)的关键光刻层是 V0/M1/V1/M2，其中 V0/V1 是通孔层，M1/M2 是金属层。

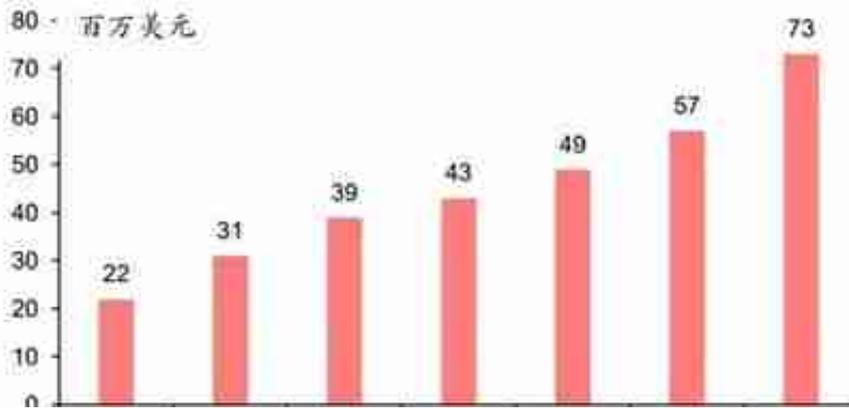
图表24： 每1万片晶圆产能的设备投资（百万美元）



光刻机进入 EUV 时代，逻辑代工厂龙头台积电资本开支显著提升：公司在 2020Q4 法说会表示，2021 年资本预算预计在 250 亿至 280 亿美元之间，其中约 80% 的资本预算将用于先进的工艺技术，包括 3 纳米、5 纳米和 7 纳米。大约 10% 将用于先进的包装和面膜制造，约 10% 将用于特殊技术。根据公司历年来资本支出以及先进制程进度，7nm 为 DUV 光刻机进入 EUV 光刻机关键的节点，台积电 N7+ 采用 EUV 光刻机设备，2019Q2 季度 N7+ 客户终端产品量产，由于 EUV 光刻机金额非常昂贵，导致 2019 年的资本开支同比增长 65%，随着后续 5nm、3nm 对 EUV 光刻机需求更大。

台积电各制程迭代周期稳定，引领全球最先进工艺。台积电为全球晶圆代工行业龙头，市场份额达到 50% 以上。从各个制程产品的收入占比可以看出，台积电各制程工艺的生命周期表现相当稳定，大概每 2-3 年就有新一代制程实现量产。随着新制程的推出，呈现出新制程产能爬坡时间越来越短，而制程间隔时间逐步拉长的趋势。

图表29： 3D NAND 技术演进不同技术代投资金额持续增加



NAND 闪存单元根据其可以存储的位数进行分类为 SLC、MLC、TLC、QLC，目前三星、铠侠、西部数据、美光、SK 海力士、英特尔均推出更高层 QLC 3D NAND，主流厂商 176L 已经实现量产。正常来说，存储单元 SLC>MLC>TLC>QLC 性能&可靠性越来越弱，价格越来越便宜，容量密度越来越高。

SLC (全称 Single-Level Cell) 每个 Cell 单元只存储 1bit 信息，只有 0、1 两种电压变化，结构简单，电压控制也快速，反映出来的特点就是寿命长，性能强，P/E 寿命在 1 万到 10 万次之间。

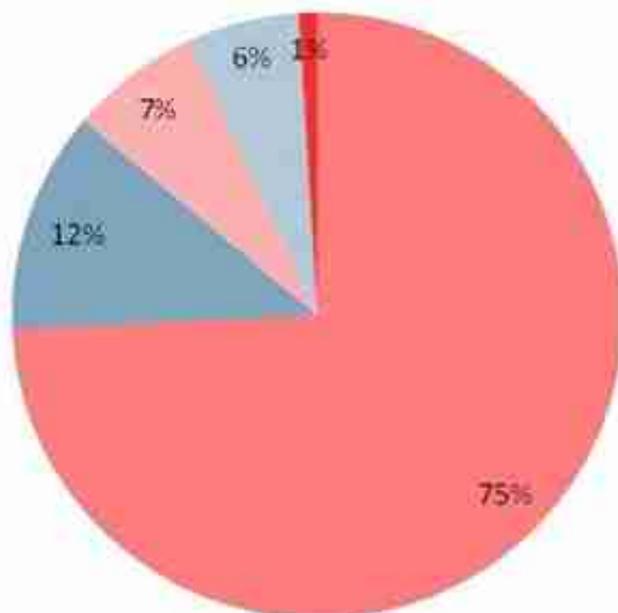
MLC (全称是 Multi-Level Cell) 每个 cell 单元存储 2bit 信息，电压有 00,01,10,11 四种变化，所以它比 SLC 需要更复杂的电压控制，加压过程用时也变长，意味着写入性能降低了，同时可靠性也下降了，P/E 寿命根据不同制程在 3000-5000 次不等，有的还更低。

TLC (Trinary-Level Cell) 每个 cell 单元存储 3bit 信息，电压从 000 到 111 有 8 种变化，容量比 MLC 再次增加 1/3，成本更低，但是架构更复杂，P/E 编程时间长，写入速度慢，P/E 寿命也降至 1000-3000 次，部分情况会更低。

QLC (Quad-Level Cell) 每个 cell 单元存储 4bit 信息，电压从 0000 到 1111 有 16 种变化，容量增加了 33%，但是写入性能、P/E 寿命会再次减少。

图表37： 2019 年先进封装业务结构

Flip-Chip Fan-in 3D-stacking Fan-out Embedded Die



TSMC、Intel
等龙头晶圆厂

持续推出先进封装技术，先进封装与芯片制造融合趋势明显。目前，台积电已经推出 2.5D 的 CpWoS、扇外型晶圆 InFO 和 3DFabric 三类先进封装技术，后者主要将逻辑、存储芯片与 SoC 集成于一体，应用于 IoT、5G、智能手机等领域，主要具有加速带宽、降低延迟和提高电源效率的特点。此外，台积电与 Google 和 AMD 等厂商积极开展合作，共同研发 3D 堆栈晶圆级封装产品，并计划于 2022 年实现量产，该技术可以将不同类型的芯片堆栈至一个封装中，从而推动单个产品在功能、尺寸和效率的全方位提高。

其次，英特尔也在积极推动 3D

先进封装技术的研发，其“混合结合技术”可以实现 10 微米及以下的凸点间距，从而产生互联密度小而简单的集成电路，并且拥有更强的带宽、电容和低功耗。此外，三星方面也已开发出 12 层 3D-TSV 技术，可堆叠 12 个 DRAM 芯片。同时，三星还研发了“X-Cube” 3D 封装技术，可以实现不同芯片的有效堆叠，并且已经可以用于 5-7nm 的半导体制程工艺。国内企业中，长电科技与中芯科技已在合力建设封装测

试厂，聚焦于先进封装设备，通富微电、天水华天等封测厂商也在积极布局。目前，长电科技已经具有 Fan-out、WLP、2.5D/3D 等先进封装技术，其先进封装业务占总营收的 90% 以上，在该领域实现了较为全面的布局。

2.5 第三代半导体产业迎来巨大发展机遇

由于第三代半导体材料具有热导率高、电导率高、临界击穿电压高、高频高效等特点，以 GaN、SiC 制作而成的衬底和外延片可以在高压、高温强辐射等苛刻环境下使用，很好地满足集成电路技术发展的客观条件，广泛应用于 5G、消费电子和新能源汽车等领域。经过 LED 技术产业的发展，宽禁带半导体的产能有了较大提升，其市场也较为成熟，成本处于下降期。基于此，第三代半导体所制作的电子器件，将在集成电路等领域发挥重要作用。第三代半导体已经被列入国家 2030 规划和“十四五”国家研发计划，是我国在未来需要重点研发的产业。为加快推进第三代半导体材料行业的发展，国家先后印发《重点新材料首批次应用示范指导目录(2019 版)》、《国务院关于印发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》等产业政策；地方也通过配套政策实施，推动各地半导体材料产业的研发。

化合物半导体材料以砷化镓 (GaAs)、氮化镓 (GaN)、碳化硅 (SiC) 为主，因其材料特性适用于不同场景。(1) 绝缘体击穿场强： $GaN > SiC > GaAs > Si$ 。在耐压相同的情况下，击穿场强愈高，愈能缩减器件大小，降低导通电阻。(2) 电子饱和漂移速度： $GaN > SiC > GaAs > Si$ 。电子饱和漂移速度愈高，愈能提高开关频率，有助达成电感、电容等周边零件小型化。(3) 热导率： $SiC > GaN > Si > GaAs$ 。热导率愈高，愈有利于缩小散热零件体积，愈能适应高温的工作环境。GaAs 在频率和耐压性能方面都远优于 Si，是光电和射频领域的重要材料；GaN 的开关频率高、禁带宽度大、导电性能优良等性质在生产功率器件方面优势明显，同时其高频、高功率密度、高带宽等特性完美符合 5G 时代射频芯片性能需求；SiC 主要作为高功率半导体材料，应用于汽车以及工业电力电子，在大功率转换应用中具有巨大的优势。

EVs/HEVs、充电桩、快充等新兴应用大力推动功率器件领域的市场发展，第三代半导体产业迎来巨大发展机遇。据 Yole 预测，功率器件市场年复合增长率达到 4.3%，其中 SiC 器件市场预计以 30% 的复合增长率增长，在 2025 年将达到 25 亿美元，RF GaN 器件市场将 2025 年增长至 20 亿美元。SiC 长晶、外延、刻蚀、高温氧化退火、GaN 刻蚀、PECVD

等工艺设备需求将持续增长。

USB-C 接口与快充协议 USB-PD 将统一，手机龙头争相布局，GaN 快充市场空间广阔。现在移动终端包括中 高端智能手机、iPad、PC 都在慢慢走向 USB-C 的接口，同时支持快充协议 USB-PD，USB-C 与快充协议 USB-PD 结合在整个行业的接受度也比较高。2019 年，非苹果阵营的智能手机已经全面搭载 Type-C 接口，支援全新的 USB-PD 有线快充技术。目前，vivo、小米、华为均已推出标配 GaN 快充。现阶段 GaN 快充价位依然较高，未来随着工艺成熟度提高和规模化生产，价格将逐渐下降，GaN 快充在增量端和存量端的渗透率都将逐步提升。我们估计2020年全球GaN充电器市场规模为34亿元，2025年将快速上升至231亿元，2020~2025年CAGR达46.70%。快充端 GaN 功率器件价值量将从 2020 年的 18 亿元上升至 2025 年的 92 亿元，2020~2025 年 CAGR 达 38.58%。

图表49： 全球 Micro LED 领域出货预测（百万台）



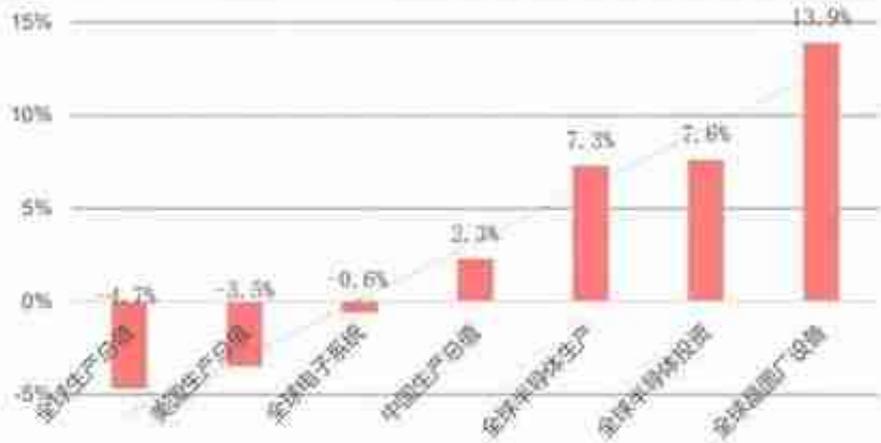
MiniLED 产业链已逐步成熟，进入放量的元年。MiniLED 目前技术上主要关注芯片制造、芯片封装、基板键合、驱动方案、转移技术、检测修复。各环节技术逐步成熟，MiniLED 基本具备量产条件，产业链进入业绩兑现期。

Mini LED 随着技术成熟度提升以及成本逐渐降低，将逐步放量。Mini/Micro LED 技术自 2006 年开始萌芽，2012 年导入市场，2018 年起 Mini LED 逐步产业化，目前处于成长期。随着 Mini LED 产业链各环节技术瓶颈逐渐克服，整体成本逐渐降低，终端产品放量较为明确。2021 年，Mini LED 将在苹果和三星的引领下逐步放量，供应链相关厂商逐步有望进入业绩兑现期。

大尺寸显示方面，Mini LED 相对于 OLED、LCD 显现出较高性价比。根据 LEDinside 数据，搭载 AM 驱动的 Mini LED 65 寸背光电视售价约 759 美元，已低于 65 寸 OLED 电视的 781 美元售价，高于传统 LED 直显。Mini LED 在高阶电视应用上，采用约 16000 颗 Mini LED，搭配 2000 区的分区控制，成本仍比高阶 OLED 电视面板低 15%，具有成本优势。中阶产品中，Mini LED 的颗数减少至 10000~12000 颗，搭配 500 区的分区控制，成本仅高出入门直下式 LCD 30%~50%。

苹果、三星等大厂推动下，Mini LED 渗透率有望迅速提升。鉴于目前 Mini LED 售价与成本已经与 OLED 成本相当，与 LCD 背光方案差距不太大，并且相关技术逐渐克服瓶颈以及整体成本逐步降低，Mini LED 已具备替换传统 LCD 和 OLED 的条件，应用领域涵盖笔记本及更大尺寸显示屏。2021 年苹果春季发布会上，发布了搭载 Mini LED 背光屏幕的新款 iPad Pro，采用超过 1 万颗 Mini LED 灯珠，拥有 2500 个局部调光区和极致动态范围。我们预计苹果在 2021 年将出货 1000 万台以上的 Mini LED 设备，2020 年随着 Mini LED 的成本降低，渗透率将迅速提升，成为高端电视、电竞笔电、创作平板等应用场景的重要选择。三星等 TV 厂商也大力推动 Mini LED 在大屏显示市场的应用。Mini LED 渗透率有望迅速提升。

图表55：2020年主要数据指标增长率



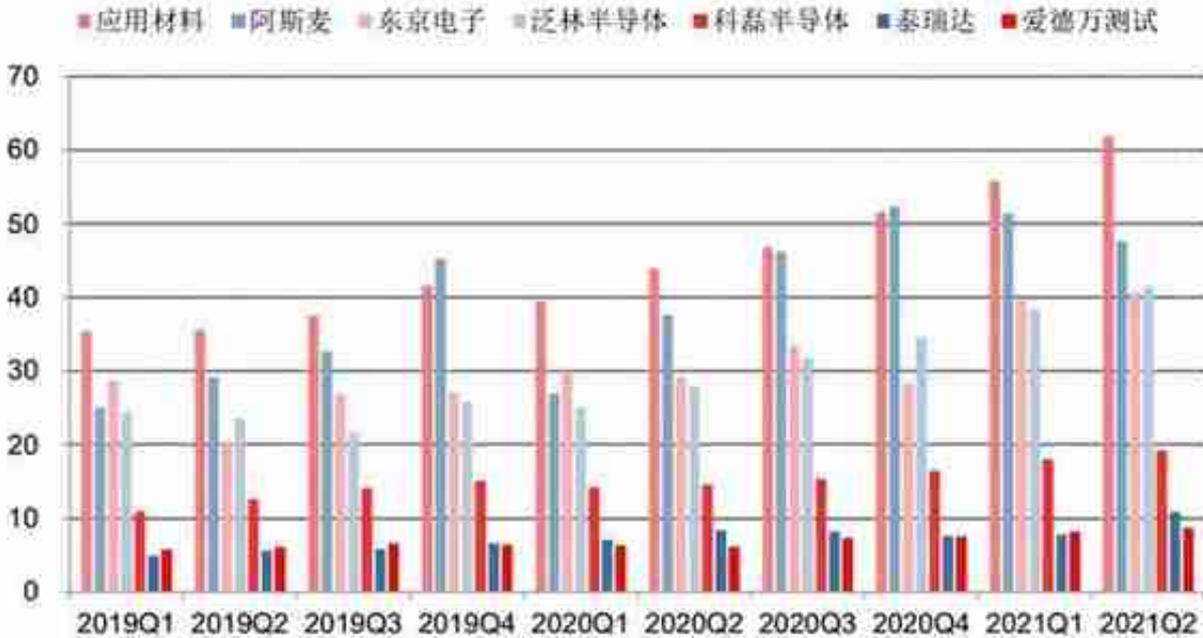
全球半导体设备销售创历史新高，中国大陆、中国台湾、韩国为领先地区。SEMI全球半导体设备市场统计报告显示，全球半导体制造设备销售额从2019年的598亿美元猛增19%，达到2020年712亿美元的历史新高，预计2021年半导体设备市场规模同比增长12%至797亿美元。2020年中国大陆、中国台湾和韩国将成为支出的领先地区。预计在2021年和2022年，韩国将在存储器恢复和逻辑投资增加的背景下，在半导体设备投资方面领先于世界。

北美半导体设

备厂商销售额保持强劲增长

，维持两年以来上涨趋势。从历史经验来看，北美半导体设备厂商月销售额对于全球半导体行业景气度分析具有重要意义，一般北美半导体设备销售额水平领先全球半导体销售额一个季度。我们选取2017-01至2021-06时间段进行复盘，2019年4月，北美半导体设备月度销售额为19.22亿美元，同比下降28.50%，同比为历史最低点，全球半导体月底销售额同比历史最低点时间在2019年8月份，同比下降达到15.90%，销售额为342亿美元。2021年1月，北美半导体设备月度销售额突破30亿美金，达到30.4亿美元，月销售额持续强劲上涨，至6月份销售额达到36.71亿美元，同比增长近58.40%，同期全球半导体月销售达到445.30亿美元，同比增长29.20%。

图表63： 全球前七大半导体设备季度营业收入（亿美元）



2021 年全球半导体资本投入 Capex 预计同比增长 28.4%，达到 1419 亿美元。全球半导体资本投入（Capex）2020 年较 2019 年增长 11.2%。根据 Garner 预测，2021 年会增加 28.4%，增速非常快，尤其是 DRAM 将增加了 46.3%，其次 NAND 将增长 29%，Logic 将增长 29.5%。在资本开支大幅增加下，半导体设备规模从 2019 年到 2022 年持续的增长，平均的增长速度（CAGR）达到 12.88%，估计到 2022 年，全球半导体设备市场规模 达到 860 亿美元。

3.2 半导体设备国产化率低，国内半导体厂商迎黄金机遇期

中国半导体设备产业蓬勃发展，2020 年市场占比位居全球第一。受益于企业产能扩展及国产化的稳步推进，中国半导体设备销售额近年来一直保持持续增长。2020 年中国半导体设备销售额为 187.2 亿美元，同比增长 39%，中国在 2018-2020 年全球市场份额分别为 20.32%、22.51%、26.30%，位列全球 第二、第二、第一席位。但受限于产业起步晚、技术门槛高等问题，中国在刻蚀设备、热处理设备、清洗设备 等领域国产化率相对较低，在光刻设备、离子注入设备、涂胶显影设备领域刚刚起步。

图表69： 高产能晶圆厂加速兴建



随着行业景气度回暖，国产化率逐步提升，以中芯国际和华宏为代表的逻辑 Foundry 厂近五年持续扩产，以长江存储及合肥长鑫为代表的 Memory 厂商已经实现零的突破，产能逐步进入量产阶段，这对国内设备需求拉动具有重大意义。其中长江存储总投资 240 亿美元，平均单个 Fab 投资额就达到 80 亿美金以上，对应的设备投资接近 60 亿美金。

国产设备采购比例仍处于较低水平（2020 年占采购总额的 7%），未来国产设备发展空间广阔。根据 2020 年中国晶圆厂设备采购占比来看，来自美国采购的设备占比超过 50%，日本 17%，荷兰 16%，中国 7%，其他 7%。中国本土的半导体设备仍然占比较小的比例，目前国内大概有将近 20 个半导体前端设备的公司，随着国内晶圆厂的扩产以及国产设备技术迭代，未来国产设备发展空间广阔。

国内半导体设备

厂商产品线逐步完善，在各自优势环节逐渐突破。根据本土主要晶圆厂设备采购情况的统计数据，目前去胶设备国产化率达到 90%以上，主要代表厂家为屹唐半导体；清洗设备国产化率 20%左右，主要代表厂家为盛美半导体、北方华创、至纯科技，刻蚀设备国产化率为 20%，主要代表厂家为中微公司、北方华创、屹唐半导体；热处理设备国产化率为 20%左右，主要代表厂家为北方华创、屹唐半导体；PVD 设备国产化率为 10%，主要代表厂家为北方华创；CMP 设备国产化率为 10%，主要代表厂家为华海清科；涂胶显影设备实现零的突破，主要代表厂家为芯源微；光刻设备预计实现零的突破，主要代表厂家为上海微；离子注入机实现零突破，代表厂家为万业企业（凯世通）；量测设备实现零的突破，代表厂家为精测电

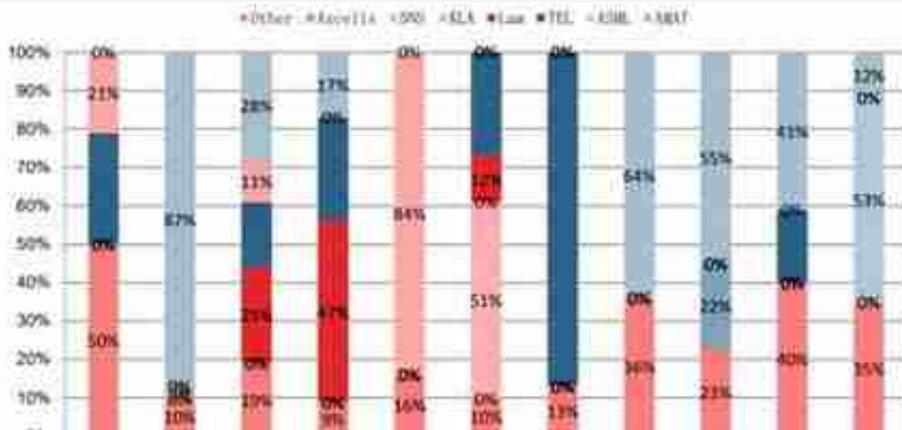
子；此外，华峰测控与长川科技实现了测试设备的比较大突破。

四、全球半导体设备集中度高且呈上升趋势

4.1 半导体设备以晶圆制造为主，国外企业占据主导地位

晶圆制造设备占据主导，以沉积、刻蚀、光刻为主。芯片制造主要分为硅片生产、集成电路设计、晶圆片制造和芯片封装测试四个步骤，其中前三个部分与晶圆制造设备密切相关，第四部分主要依靠封装和测试设备。从全球半导体设备市场结构出发，晶圆制造设备占比最高达到85%，封装和测试设备两项后道工艺分别占据6%和9%。自2014年起，晶圆制造设备便占据78%的市场份额，并且实现连续增长，重要性逐年显著。实际上，后摩尔时代芯片制程压缩空间逐步达到上限，经济成本不断攀升，晶圆制造和封装将面临更高的技术挑战，半导体设备市场也将在下游需求的强力推动下迎来更长时间的增长。

图表75：2020年全球半导体设备细分市场品牌竞争格局



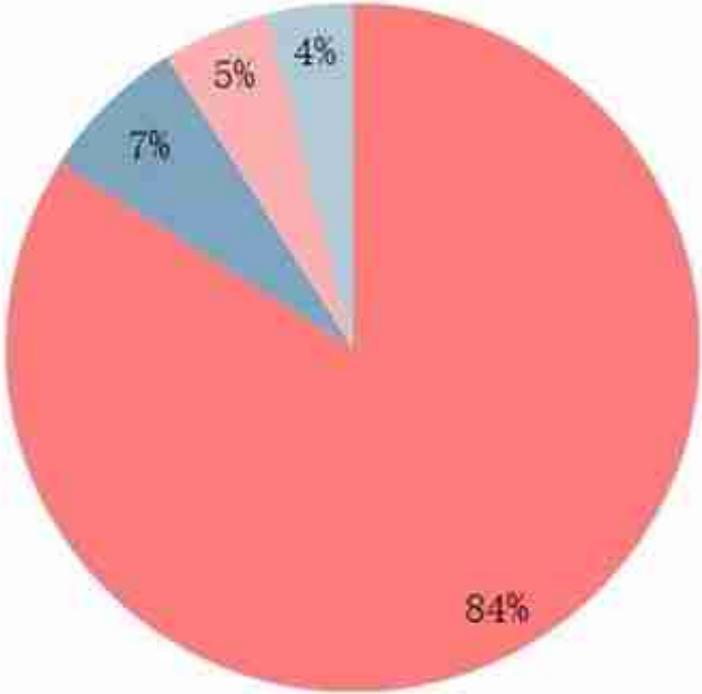
国外企业占据市场主导地位，沉积、刻蚀和光刻为主要设备投资。全球半导体设备市场仍以国外企业为主，2016年和2017年应用材料(AMAT)、阿斯麦(ASML)、东京电子(TEL)、泛林半导体(Lam)和科磊半导体(KLA)五家企业合计市场占比分别达到90%和92%，市场高度集中。这一现象在2018年开始缓解，CR5逐年下降，并于2020年来到61%的历史低位。2018

年面临芯片价格下跌，芯片制造商降低上游设备需求，贸易战也同时限制了厂商的资本支出，对全球的领先半导体设备供应商造成了较大的经营压力。同时，该影响蔓延至 2019 年，同年出现了智能手机的销售疲软，进一步引起市场波动。

2020 年至今，受到芯片供给影响和智能手机出货量改善，半导体行业迎来了中景气期，诸多半导体设备企业趁机扩大市场份额，行业竞争格局加剧。受益于政策支持和全球市场格局改善，中国的半导体企业逐步打破国外垄断，部分实现国产替代。芯源微、屹唐半导体、北方华创等国内企业已在涂胶显影、刻蚀、清洗、刻蚀等重要领域实现突破，尽管市场份额较低，但国产化大背景下预计长期内仍有较大的成长空间。此外，全球视野下晶圆制造设备投资中表现出明显倾向，主要以沉积、光刻、刻蚀为主，合计占比达 75%。沉积设备中 CVD 全部投资占比为 15%，PVD 为 10%；刻蚀设备中干法占比 12%，湿法占比 8%，CVD 沉积和干法刻蚀仍为主流。这一投资趋势与市场份额表现趋近，在科技产品更迭加速和芯片需求上升影响下，晶圆厂商资本支出大幅回升，呈现周期性上升趋势。

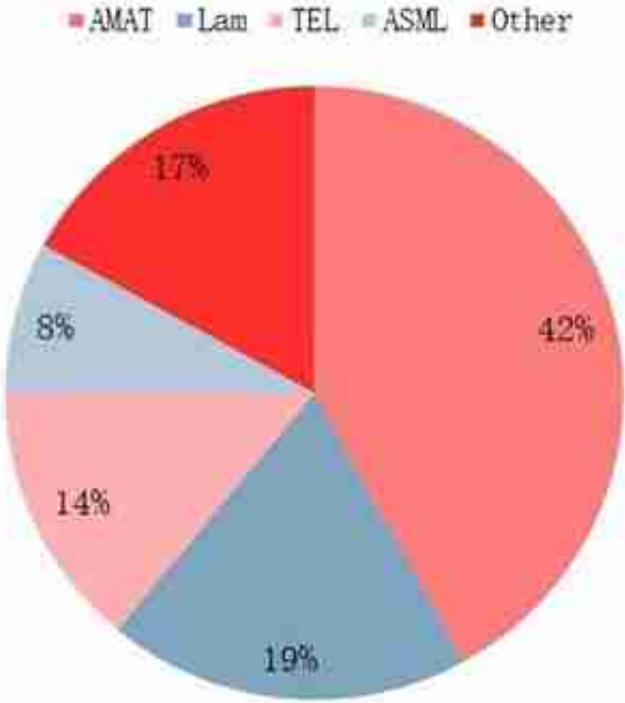
图表78： 全球光刻机市场公司占比情况（%）

■ ASML ■ Nikon ■ Canon ■ Other



刻蚀市场以干法工艺为主，国产替代进程较为成熟。刻蚀设备近年来增速显著，整体占比从 2011 年 11% 发展为 2020 年的 21%，同年市场规模约为 137 亿美元，干法刻蚀规模接近 137 亿美元。介质刻蚀和导体刻蚀为干法工艺的核心，市场规模分别为 60 亿美元和 76 亿美元。目前，刻蚀领域仍以国外企业主导，Lam、TEL、AMAT 市场占比分别为 47%、27%和 17%，CR3 为 91%，市场高度集中。导体刻蚀领域，Lam 长期市占率超过 50%，其次为 AMAT 占据 30%份额；介质刻蚀领域，TEL 和 Lam 分别占据 50%和 40%的份额，呈现垄断格局。后摩尔时代面对制程压缩的需求，刻蚀工艺的次数和质量必须同步增加，目前 Lam 已实现 DRAM 和 3D NAND Flash 的高深宽比刻蚀，成本和产品良率都有进一步的改善。

图表82： 全球沉积市场公司占比情况（%）



清洗设备重要性日益凸显，国产替代进展稳定。2020 年清洗设备市场规模约为 33 亿美元，占总体比例约为 5%，投资份额整体较低。全球视野下 DNS 公司市占率高达 51%，随后为 TEL(27%)、Lam(12%)，市场 CR4 为

90%，呈现高度集中格局。DNS

在晶圆清洗设备市场、洗刷机设备市场和自动清洗台市场均具有完整的产品链和较高的市占率，国内目前有三家在湿法工艺设备端提供中高阶湿法制程设备，分别是盛美、北方华创和至纯科技，芯源微清洗设备也在积极跟进。

盛美以 IC 单片清洗设备为主，已走向自研清洗设备道路；北方华创则主要研究单片和槽式清洗设备；至纯科技单片湿法设备获得国内重要用户的多个订单；芯源微也主要攻克 IC 单片洗刷领域。目前国产替代进程稳定，但难以快速打破垄断局面。后摩尔时代，随着芯片制程压缩，清洗工艺在良率保护、有效清洁、精确度等方面发挥愈加重要的作用。尽管目前清洗设备占比较低，但受益于芯片精度的高要求和沉积、刻蚀、光刻工艺的加强，预计清洗市场将迎来新一轮增长。

4.2.3 涂胶显影和 CMP 市场规模稳定，国内企业已打破垄断

芯源微打破国外垄断，国产替代进程加快。2020年涂胶显影市场规模约为 25 亿美元，占半导体设备比例约为

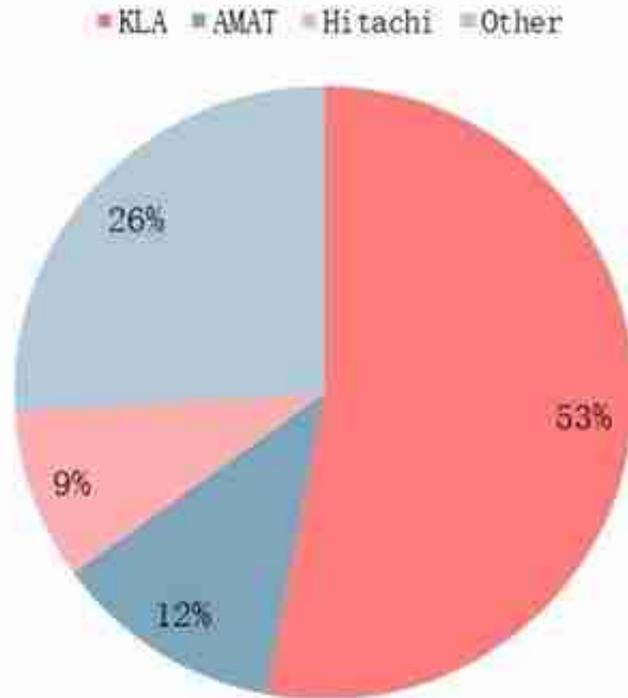
3%，近年来在设备领域占比稳定。整体来看，涂胶显影市场以 TEL 为中心形成垄断格局，其市占率为 87%，DNS 位居第二占比 10%。TEL 最新研制的 CLEAN TRACK LITHIUS 系列涂胶显影机可用于 300mm 的晶圆加工(适用于 10nm 节点及以上)，通过强大的可扩展性、高吞吐量、低占地面积和高效率，满足了各类先进需求，并且完好支持先进封装、高粘度和旋涂硬掩膜应用程序。

国内企业则以芯源微为代表，公司自主研发的前道涂胶显影机已经实现 28nm 的工艺制程，可用于 193nm

光刻工艺的精细化显影和温控处理，以及先进封装、OLED、MEMS 等领域的显影制程。目前，芯源微已经获得来自于华天科技、通富微电、中芯国际等大客户的订单，下游客户包括国内多数高端封装和 LED

制造企业，部分产品已达国际先进水平，成功打破国外垄断。预计随着 IC 和 LED 产能扩张，在持续的研发投入下，芯源微有望完成技术突破并实现国产替代。

图表86： 全球过程控制市场公司占比情况（%）



全球热处理设备集中度高，国内企业布局积极。2020 年全球热处理设备市场规模约 15 亿美元，占半导体设备市场比例为 3%。全球视野下，热处理市场仍以国外企业为主，其中 AMAT、Axcelis 和 Hitachi 分别占比 62%、12%和 10%，行业 CR3 为 84%，集中度很高。热处理市场主要分为氧化、扩散和退火三类，基本设备包括卧式炉、立式炉和快速热处理(RTP)。应用材料最新 RTP 产品 Producer Pyra 主要针对 BEOL 和 MOL 空间中的低温度范围，可实现晶圆的退火均匀性，其多对腔室技术可以缩短产品周期，在批量模式下实现较高的生产效率。国内热处理设备企业主要包括北方华创和屹唐半导体，主要针对 12 英寸产线的设备研制。

北方华创的立式炉和卧式炉可用于 28nm 的 IC、功率器件和先进封装的氧化扩散工艺，技术水平国内领先，已被多个主流客户所采纳。根据 Gartner 统计数据，2020 年，应用材料占有的全球快速热处理市场份额达到 69.72%，屹唐半导体作为唯一一家中国企业以 11.50%的市场份额列居第二。屹唐半导体则针对 RTP 设备进行研制，已拥有专注于 DRAM、NAND 和逻辑芯片量产的 RTP 退火设备，其产品在 RTP 图形效应、晶圆表面测温 and 控温等关键数据表现出色，

目前 RTP 全球市占率位列第二。热处理市场国产进程较好，预计长期内将率先实现 RTP 国产替代，氧化扩散工艺也将逐步跟进。