

2018-8-25

行业研究 | 行业周报

评级 **看好** 维持

机械行业

半导体设备专题五：国产晶圆制造设备需求数量测算

报告要点

■ 晶圆制造设备种类、数量繁多，不同制程对设备需求量不同

集成电路制造工艺复杂，生产工序达近千道。复杂的工艺导致晶圆处理设备昂贵、复杂且种类和数量繁多。晶圆制造设备占整个集成电路产业链设备投资额的超过 80%。不同制程中，工艺类型、工艺复杂程度、工序数量都不同，因此不同制程对设备的需求量也不同。

■ 晶圆产线可分为 8 寸线、成熟制程 12 寸线和先进制程 12 寸线

根据现有的主流晶圆厂工艺和产能分布，晶圆产线可大致划分为 8 寸生产线、12 寸成熟制程生产线和 12 寸先进制程生产线。8 寸晶圆产线主要用于 130nm-200nm 工艺；成熟制程 12 寸线，包括 45nm、65nm、90nm 等；先进制程包括 22nm、14/16nm、10nm、7nm 等。

■ 同样产能，制程越先进，对设备需求量越大，需分类测算

晶圆制造设备主要包括氧化炉管/高温/退火、化学气相沉积、涂胶机、去胶机、光刻机、刻蚀机、离子注入机、物理气相沉积、研磨抛光设备、清洗设备和检测设备等。在同样产能情况下，越先进的制程对设备的需求量越高。因此，8 寸线、成熟制程 12 寸线和先进制程 12 寸线对设备的需求应分类测算。

■ 国产设备的机会在于内资晶圆厂和非先进工艺线

国产半导体设备与国外设备存在较大技术差距，因此国产设备的机会主要在在建的 8 寸线和非先进制程的 12 寸线，而先进制程的 12 寸线中，国产设备机会相对较小。内资晶圆厂对国产设备的支持力度大于外资晶圆厂。

■ 未来三年国内在建晶圆产线对国产晶圆制造设备需求拉动明显

国内目前在建的晶圆制造产线，按 8 寸、成熟制程 12 寸和先进制程 12 寸产线分类，并区分内资和外资晶圆产线，统计总的规划产能，测算出中国大陆未来 3-4 年对国产晶圆制造设备的具体数量需求。如果在建晶圆厂全部达到满产，且国产半导体设备在 8 寸、成熟 12 寸、先进 12 寸线中占有率分别达到 20%、20% 和 15%，则对国产设备的需求为 CVD 483 台、氧化炉管 471 台、刻蚀机 611 台、PVD 329 台、检测设备 798 台、清洗设备 258 台，建议关注已经在相关领域取得技术突破或布局的北方华创、中微半导体、盛美半导体、至纯科技、精测电子、沈阳拓荆，和半导体测试设备龙头长川科技。

风险提示：

1. 晶圆厂投资力度减弱建设进度滞后
2. 国产半导体设备研发滞后

分析师 赵智勇

☎ (8621) 61118719

✉ zhaozy@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490517110001

分析师 姚远

☎ (8621) 61118719

✉ yaoyuan@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490517070005

分析师 臧雄

☎ (8621) 61118719

✉ zangxiong@cjsc.com.cn

执业证书编号：S0490518070005

联系人 倪蕊

☎ (8621) 61118719

✉ nirui@cjsc.com.cn

相关研究

《在周期波动的行业里寻找优质的工控自动化公司》2018-8-18

《复盘铁路投资，机辆采购或为重要方向》2018-8-11

《积极财政加强补短板，板块估值有望向上修复——工程机械行业专题报告》2018-8-4

目录

| | |
|---------------------------|----|
| 国产品圆制造设备需求数量测算 | 4 |
| 晶圆处理设备昂贵、复杂且种类数量繁多 | 4 |
| 8 寸晶圆产线的设备需求 | 6 |
| 成熟制程 12 寸线的设备需求 | 7 |
| 先进制程 12 寸线的设备需求 | 10 |
| 设备需求趋势：越先进制程所需设备量越多 | 11 |
| 国内晶圆制造设备需求测算 | 16 |
| 国内晶圆厂对国产品圆制造设备需求测算 | 19 |
| 一周行情回顾 | 23 |
| 重点公司公告 | 24 |
| 宏观及行业新闻 | 24 |

图表目录

| | |
|--|----|
| 图 1：集成电路生产工艺较复杂、工序很多，其中部分工序循环进行数十次 | 4 |
| 图 2：晶圆处理设备投资额约占整个半导体设备投资额的 80% | 5 |
| 图 3：晶圆处理设备投资额约占整个半导体设备投资额的 80% | 5 |
| 图 4：不同产线每 1 万片月产能所需各类主要设备数量，越先进制程所需设备数量越多 | 11 |
| 图 5：ASML Twinscan 光刻机简易工作原理图 | 11 |
| 图 6：典型的晶圆有很多层，只有最下层需要最小线宽，上层不需要最小线宽 | 12 |
| 图 7：多重曝光，利用两次曝光和刻蚀，做出更小的线宽，增大了对刻蚀机的需求 | 13 |
| 图 8：晶圆制造的核心工艺光刻、刻蚀和薄膜设备的价值量占比最大 | 19 |
| 图 9：中国半导体设备市场规模 2018 年将找过 110 亿美元 | 20 |
| 图 10：国产半导体制造设备 2018 年预计销售额为 35 亿（人民币） | 20 |
| 表 1：随着制程越来越小，需要的工艺步骤数越来越多 | 6 |
| 表 2：中芯国际 T2 180nm 月产 9 万片 8 寸晶圆生产线项目主要设备规划 | 6 |
| 表 3：中芯国际 180nm 8 寸晶圆产线每 1 万片月产能的主要设备需求数量 | 7 |
| 表 4：中芯国际 T3 12 寸集成电路生产线项目所需的主要半导体设备 | 8 |
| 表 5：中芯国际 90nm 12 寸晶圆产线每 1 万片月产能的主要设备需求数量 | 9 |
| 表 6：台积电南京一期月产 2 万片 16nm 12 寸晶圆线的主要设备需求数量和产能规划 | 10 |
| 表 7：台积电南京一期 16nm 12 寸晶圆产线每 1 万片月产能的主要设备需求数量 | 10 |
| 表 8：中芯国际 8 寸与 12 寸线均有多种光刻机 | 12 |
| 表 9：光刻机按光源不同可分为五代 | 12 |
| 表 10：制程越先进，所需的刻蚀机台数越多 | 13 |
| 表 11：中芯国际 180nm 8 寸晶圆产线，每 1 万片月产能的刻蚀机需求，介质刻蚀最多 | 14 |
| 表 12：先进制程对薄膜设备的需求大大增加 | 14 |

| | |
|--|----|
| 表 13: 一条产线上光刻机、涂胶机、去胶机的数量大致相同 | 15 |
| 表 14: 工艺越先进对清洗设备需求量越大 | 15 |
| 表 15: 对半导体设备的需求总趋势是工艺越先进、需求量越大 | 16 |
| 表 16: 不同工艺每 1 万片月产能的设备需求, 越先进制程, 设备需求量越大 | 16 |
| 表 17: 国内在建部分 8 寸晶圆产线 | 17 |
| 表 18: 国内在建部分成熟制程 12 寸晶圆产线 | 17 |
| 表 19: 国内在建部分先进制程 12 寸晶圆产线 | 17 |
| 表 20: 国内晶圆制造设备需求量测算 | 18 |
| 表 21: 内资 8 寸在建晶圆产线 | 20 |
| 表 22: 内资成熟制程 12 寸在建晶圆产线 | 20 |
| 表 23: 内资先进制程 12 寸在建晶圆产线 | 21 |
| 表 24: 内资在建晶圆厂的晶圆制造设备需求量测算 | 21 |
| 表 25: 内资在建晶圆产线对国产设备的需求测算 | 22 |
| 表 26: 各指数涨跌幅 | 23 |
| 表 27: 机械行业涨幅前十股 | 23 |
| 表 28: 机械行业跌幅前十股 | 23 |

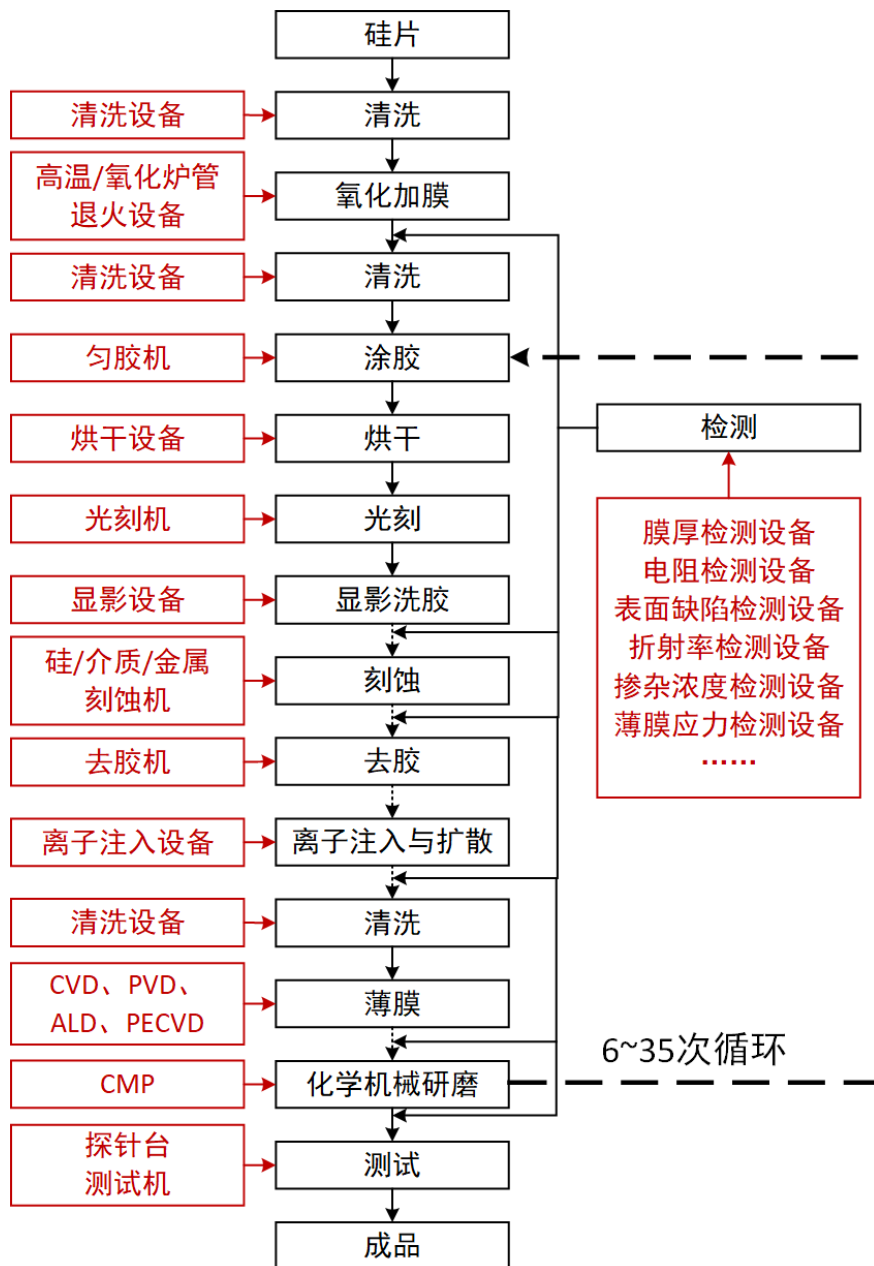
国产晶圆制造设备需求数量测算

晶圆处理设备昂贵、复杂且种类数量繁多

集成电路产业链通常可分为设计、制造和封装测试，其中集成电路制造在晶圆厂完成，属于重资本、技术密集型产业。

集成电路制造工艺复杂，其主要工艺流程包括氧化、清洗、涂胶、烘干、光刻、显影洗胶、刻蚀、去胶、离子注入、薄膜沉积、化学机械打磨、测试、检测等，其中部分工序需要循环进行数次至数十次，生产工序达近千道。

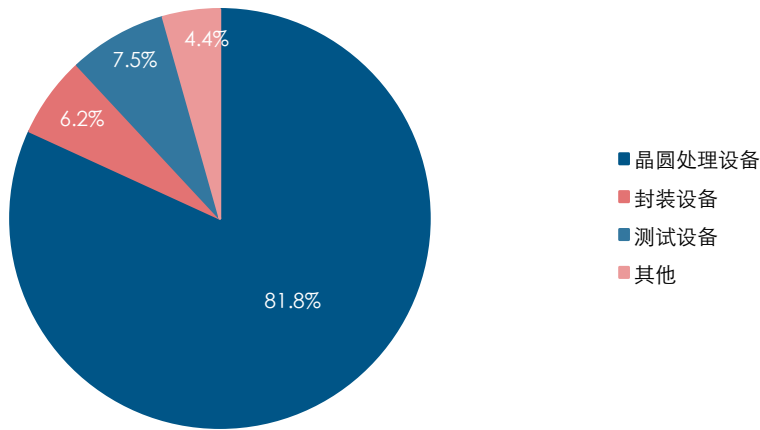
图 1：集成电路生产工艺较复杂、工序很多，其中部分工序循环进行数十次



资料来源：《半导体制造工艺基础》，中芯国际，天津市环境保护局，长江证券研究所

复杂的工艺导致晶圆处理设备昂贵、复杂且种类数量繁多。晶圆制造环节中的设备即晶圆处理设备占整个集成电路产业链设备投资额的超过 80%。

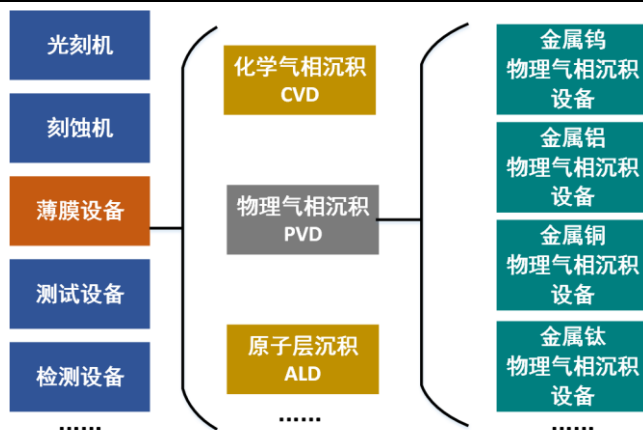
图 2：晶圆处理设备投资额约占整个半导体设备投资额的 80%



资料来源：SEMI, 长江证券研究所

晶圆制造中的半导体设备，按生产流程的大类可分为光刻机、刻蚀设备、薄膜设备等十余种，每一种大类又可以按工作原理不同或处理的材料不同而细分为不同的设备。如薄膜设备可分为化学气相沉积（CVD）、物理气相沉积（PVD）、原子层沉积（ALD）等，CVD 设备又可分为低压力化学气相沉积（LPCVD）、等离子体增强化学沉积（PECVD）、金属有机化合物化学气相（MOCVD）等，PVD 设备可按处理的材料不同分为钨、铝、铜、钛、镍物理气相沉积设备等不同设备。因此，整个晶圆产线上的设备种类繁多，达到几十近百种。

图 3：晶圆处理设备投资额约占整个半导体设备投资额的 80%



资料来源：《半导体制造工艺基础》，《现代半导体器件物理与工艺》，长江证券研究所

除设备的种类繁多外，晶圆产线上的设备数量也较多，特别是近年来随着制造工艺的不断进步，集成电路的线宽越来越小，工艺复杂度越来越高，所需的工序数也大幅上升。尤其当制造工艺达到 22nm 及以下时，传统的沉浸式光刻技术的精度已经无法满足工艺要求，因此开发出多重曝光技术，导致逻辑电路的全工艺步骤数突破 1000 道，复杂度和工序量都大大提升，为保证产能，产线上需要更多的设备。因此，同样的产能，先进工艺产线所需的设备数量远多于非先进工艺产线。

表 1：随着制程越来越小，需要的工艺步骤数越来越多

| 器件工艺 | 40nm | 28nm | 22nm | 10nm | 7nm | 2D NAND | 3D NAND | 19nm |
|--------|------|------|------|-------|-------|---------|---------|------|
| | 逻辑电路 | 逻辑电路 | 逻辑电路 | 逻辑电路 | 逻辑电路 | Flash | Flash | DRAM |
| 总共刻蚀步数 | 35 | 50 | 55 | >110 | >140 | 35 | 35 | 55 |
| 全工艺步骤数 | | | 1000 | >1300 | >1500 | | | |

资料来源：SEMI ISS, G Yin AMEC, 长江证券研究所

根据以上特点，不同工艺的晶圆产线设备数量差异较大，因此，在分析产线中的设备数量需求时，应根据生产线工艺的不同，分类讨论。根据现有的主流晶圆厂工艺和产能分布，选取具有代表性的 8 寸生产线、12 寸成熟制程生产线和 12 寸先进制程生产线分别探讨。

8 寸晶圆产线的设备需求

主流的 8 寸晶圆产线主要用于 130nm-200nm 工艺，通常用于生产功率器件、物联网、传感器、模拟集成电路等半导体器件，此类器件通常对成本较为敏感不需要太先进制程，或者本身就需要较大的线宽以支持高功率和大电流。由于近年新增的晶圆产能几乎都为 12 寸线，而下游市场对功率器件、IoT 芯片、传感器、模拟集成电路等芯片的需求旺盛，导致 8 寸线产能接近饱和，流片价格也随供应紧张而逐渐升高，因此中芯国际、华虹宏力等纷纷扩张 8 寸产线产能。

8 寸线工艺较为成熟，生产设备也相对比较固定，各种制程间设备数量差异不大，以中芯国际天津 T2 集成电路生产线项目为例对 8 寸线的设备数量需求分析。

中芯国际天津厂原为 8 寸晶圆产线，月产能 5.5 万片。在 T2 集成电路生产线项目中，将新建 8 寸晶圆的厂房和产线，制程为 180nm，新建 8 寸晶圆产能每月 9 万片，使整个中芯国际天津厂最终达到每月 14.5 万片 8 寸晶圆的产能。中芯国际天津 T2 对晶圆制造设备的需求规划见表 2。

表 2：中芯国际 T2 180nm 月产 9 万片 8 寸晶圆生产线项目主要设备规划

| 设备种类 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 合计 | 设备种类 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 合计 |
|--------|----------------|----|----|-----|------------|-----------|-----------|----|-----|
| | 常压垂直炉管 | 台 | 27 | 113 | 物理气相沉积 | 金属铝物理气相沉积 | 台 | 23 | 43 |
| | 单晶硅外延炉 | 台 | 9 | | | 物理气相沉积 | 台 | 4 | |
| | 低压垂直炉管 | 台 | 21 | | | 物理气相沉积仪 | 台 | 16 | |
| 氧化炉 | 多晶硅垂直炉管 | 台 | 6 | 89 | 研磨 | 金属钨化学机械研磨 | 台 | 14 | 33 |
| | 管/高温/二氧化硅平坦化炉管 | 台 | 3 | | | 抛光 | 氧化硅化学机械研磨 | 台 | |
| 退火 | 高温退火炉管 | 台 | 3 | 39 | 清洗 | 晶片清洗机 | 台 | 28 | 41 |
| | 高温烘烤机 | 台 | 3 | | | 酸清洗机 | 台 | 13 | |
| | 高温氧化炉 | 台 | 26 | | | 电性参数测试仪 | 台 | 20 | |
| 化学气相沉积 | 快速热处理器 | 台 | 15 | 89 | 检测 | 电子显微镜 | 台 | 59 | 217 |
| | 化学气相沉积仪 | 台 | 75 | | | 叠对标记差测量仪 | 台 | 11 | |
| 涂胶机 | 金属钨化学气相沉积 | 台 | 14 | 39 | 光掩膜版颗粒物检测仪 | 台 | 8 | | |
| | 深紫外涂胶机 | 台 | 16 | | 晶片缺陷检测仪 | 台 | 22 | | |
| 光刻机 | 紫外涂胶机 | 台 | 23 | 39 | 粒子计数仪 | 台 | 17 | | |
| | 深紫外光刻机 | 台 | 16 | | 磷含量检测仪 | 台 | 5 | | |
| | 紫外光刻机 | 台 | 23 | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------|----------|---|----|----|---------|---------|----|----|----|
| 刻蚀 | 氧化层刻蚀机 | 台 | 13 | 92 | 膜厚测量仪 | 台 | 39 | | |
| | 氮化物刻蚀机 | 台 | 10 | | 缺陷检测仪 | 台 | 7 | | |
| | 多晶硅刻蚀机 | 台 | 12 | | 外延缺陷测量仪 | 台 | 5 | | |
| | 金属铝刻蚀机 | 台 | 23 | | 硅片深度测量仪 | 台 | 5 | | |
| | 刻蚀机 | 台 | 15 | | 剂量测试仪 | 台 | 5 | | |
| | 湿蚀刻工作站 | 台 | 19 | | 应力测量仪 | 台 | 5 | | |
| 去胶机 | 去胶机 | 台 | 32 | 32 | 紫外光烘烤机 | 台 | 4 | 32 | |
| 离子注入 | 高能离子注入机 | 台 | 4 | 31 | 其他 | 自动晶片定位机 | 台 | | 20 |
| | 低能离子注入机 | 台 | 6 | | 成分分析仪 | 台 | 8 | | |
| | 高速流离子注入机 | 台 | 11 | | | | | | |
| | 中电流离子注入机 | 台 | 10 | | | | | | |

资料来源：天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

表 2 中数据为月产 9 万片 180nm 8 寸晶圆产线的设备需求，据此可得到 8 寸线月产每 1 万片晶圆所需的主要设备数量为：高温/氧化/退火设备 12.6 台，CVD 9.9 台，涂胶/去胶设备 7.9 台，光刻机 4.3 台，刻蚀设备 10.2 台，离子注入设备 3.4 台，物理气相沉积设备 4.8 台，研磨抛光设备 3.7 台，清洗设备 4.6 台，检测设备 24.1 台，其他设备 3.6 台。

表 3：中芯国际 180nm 8 寸晶圆产线每 1 万片月产能的主要设备需求数量

| 设备类型 | 设备数量 | 合计 | |
|--------------|------|------|------|
| 氧化炉管/高温/退火 | 12.6 | 12.6 | |
| 化学气相沉积 (CVD) | 9.9 | 9.9 | |
| 涂胶机 | 4.3 | 4.3 | |
| 去胶机 | 3.6 | 3.6 | |
| 光刻机 | 4.3 | 4.3 | |
| 刻蚀 | 硅刻蚀 | 1.3 | 10.2 |
| | 介质刻蚀 | 6.3 | |
| | 金属刻蚀 | 2.6 | |
| 离子注入 | 3.4 | 3.4 | |
| 物理气相沉积 | 4.8 | 4.8 | |
| 研磨抛光 | 3.7 | 3.7 | |
| 清洗 | 4.6 | 4.6 | |
| 检测 | 24.1 | 24.1 | |
| 其他 | 3.6 | 3.6 | |

资料来源：天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

成熟制程 12 寸线的设备需求

12 寸晶圆，通常用于 90nm 及以下制程的集成电路制造，而 22nm 及以下工艺的产线，由于多重曝光技术的引入，导致工序数和设备数大幅提高，因此，12 寸晶圆的产线，应按照制程分别探讨。45nm、65nm、90nm 等制程，归类为成熟制程 12 寸线；22nm、14/16nm、10nm、7nm 等归类为先进制程 12 寸线。

成熟制程 12 寸线，由于技术成熟，不需要采用多重曝光技术，产线中的生产设备和生产时所用的光罩、光刻胶等耗材均相较先进制程 12 寸线更少，因此，生产成本相对 10nm、14nm 等先进工艺更加低廉。一些对成本敏感的芯片选择了成熟制程 12 寸线进行生产。

在此，以中芯国际天津 T3 集成电路生产线项目为例对成熟制程 12 寸线的设备数量需求进行分析。中芯国际天津 T3 集成电路生产线项目中，将新建 12 寸晶圆的厂房和产线，制程为 90nm，新建 12 寸晶圆规划产能为每月 1 万片。中芯国际天津 T3 对晶圆处理设备的需求规划见表 4。

表 4：中芯国际 T3 12 寸集成电路生产线项目所需的主要半导体设备

| 设备种类 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 合计 | 设备种类 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 合计 |
|------------|---------------|----|-------------|------------|-----------|-----------|----------|----|----|
| 氧化炉管/高温/退火 | 合金垂直炉管 | 台 | 1 | 22 | 去胶机 | 光刻胶去除 | 台 | 8 | 8 |
| | 沉积退火设备 | 台 | 1 | | | 离子注入 | 高能离子注入设备 | 台 | |
| | 氮化物化学气相沉积垂直炉管 | 台 | 5 | | 高速流离子注入设备 | | 台 | 8 | |
| | 多晶硅沉积垂直炉管 | 台 | 1 | | 中速流离子注入设备 | | 台 | 4 | |
| | 高温退火垂直炉管 | 台 | 3 | | 物理气象沉积 | 铝接点沉积设备 | 台 | 1 | 24 |
| | 快速退火设备 | 台 | 3 | | | 镍物理气相沉积设备 | 台 | 1 | |
| | 退火设备 | 台 | 2 | | | 钛及氮化钛沉积设备 | 台 | 1 | |
| | 氧化物生长垂直炉管 | 台 | 2 | | | 铜电镀设备 | 台 | 3 | |
| | 闸极氧化物垂直炉管 | 台 | 2 | | 研磨抛光 | 沉积设备 | 台 | 15 | 12 |
| | 化学气相沉积垂直炉管 | 台 | 2 | | | 屏障和种子沉积设备 | 台 | 3 | |
| 氮化钛沉积设备 | 台 | 2 | 硅片平坦仪 | 台 | | 1 | | | |
| 氮化物沉积设备 | 台 | 4 | 金属化学机械抛光设备 | 台 | | 2 | | | |
| 氮氧化物沉积设备 | 台 | 1 | 浅沟槽化学机械抛光设备 | 台 | | 1 | | | |
| 氧化物沉积设备 | 台 | 12 | 氧化物化学机械抛光设备 | 台 | | 2 | | | |
| 氧化物沉积设备 | 台 | 1 | 钨化学机械抛光设备 | 台 | | 1 | | | |
| 含氟氧化物沉积设备 | 台 | 6 | 铜化学机械抛光设备 | 台 | | 5 | | | |
| 含碳氧化物沉积设备 | 台 | 3 | 检测 | 表面电荷分析仪 | | 台 | 3 | 50 | |
| 薄膜沉积设备 | 台 | 3 | | X 射线光谱分析设备 | | 台 | 1 | | |
| 浅沟槽氧化物沉积设备 | 台 | 1 | | X 射线荧光光谱仪 | 台 | 1 | | | |
| 碳化物沉积设备 | 台 | 1 | | 暗区缺陷检测仪 | 台 | 3 | | | |
| 钨化学气相沉积设备 | 台 | 1 | | 半自动目测光学台 | 台 | 1 | | | |
| 锗硅沉积设备 | 台 | 5 | | 表面电荷分析 | 台 | 1 | | | |
| 闸极氧化物沉积设备 | 台 | 2 | | 电子束检测机 | 台 | 1 | | | |
| 光阻涂布机 | 台 | 1 | | 电阻测量仪 | 台 | 1 | | | |
| 涂胶机 | 深紫外涂胶显影机 | 台 | | 3 | 分析仪 | 台 | 1 | | |
| | 涂布机 | 台 | | 2 | 覆盖度测量机 | 台 | 2 | | |
| | 紫外涂胶显影机 | 台 | 1 | 关键尺寸测量扫描电镜 | 台 | 5 | | | |
| 光刻机 | 深紫外沉浸式涂胶曝光机 | 台 | 4 | 8 | 光罩缺陷检测仪 | 台 | 1 | | |
| | 深紫外涂胶曝光机 | 台 | 3 | | 光罩扫描仪 | 台 | 1 | | |
| | 紫外涂胶曝光机 | 台 | 1 | | 宏观检测器 | 台 | 1 | | |
| 刻蚀 | 保护层刻蚀设备 | 台 | 2 | 25 | 厚度检测设备 | 台 | 5 | | |

| | | | | | | | | |
|----|--------------|---|----|----|----|-----------|---|---|
| | 介电质刻蚀设备 | 台 | 7 | | | 剂量检测机 | 台 | 1 |
| | 刻蚀设备 | 台 | 4 | | | 检测仪 | 台 | 4 |
| | 连接层刻蚀设备 | 台 | 1 | | | 亮区缺陷检测仪 | 台 | 2 |
| | 铝接点刻蚀设备 | 台 | 2 | | | 晶片盒检测 | 台 | 1 |
| | 浅沟槽刻蚀 | 台 | 2 | | | 缺陷分析仪 | 台 | 1 |
| | 湿法氮化物刻蚀设备 | 台 | 1 | | | 缺陷复查器 | 台 | 4 |
| | 闸极刻蚀设备 | 台 | 3 | | | 缺陷检测仪 | 台 | 1 |
| | 掩膜刻蚀设备 | 台 | 3 | | | 自动宏观缺陷检查机 | 台 | 3 |
| | 自动目测光学台 | 台 | 3 | | | 氮浓度测量机 | 台 | 1 |
| 检测 | 自动目检仪 | 台 | 1 | 50 | | 光罩仓储机 | 台 | 1 |
| | 光学显微镜 | 台 | 1 | | | 包装机 | 台 | 1 |
| | 测试探针 | 台 | 8 | | | 擦片机 | 台 | 5 |
| 测试 | 测试仪 | 台 | 17 | 33 | 其他 | 打印机 | 台 | 1 |
| | 晶圆最终测试探针 | 台 | 7 | | | 粒子计数器 | 台 | 2 |
| | 纳米探针仪 | 台 | 1 | | | 掩膜版绑定机 | 台 | 2 |
| | 金属硅化物选择性去除设备 | 台 | 1 | | | 紫外处理设备 | 台 | 3 |
| | 晶背清洗设备 | 台 | 4 | | | 条形码打印机 | 台 | 1 |
| 清洗 | 清洗机 | 台 | 2 | 17 | | | | |
| | 清洗设备 | 台 | 9 | | | | | |
| | 闸极清洗设备 | 台 | 1 | | | | | |

资料来源：天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

由表 4 可知，成熟制程的 12 寸月产 1 万片所需的主要设备数量约为高温、氧化、退火设备 22 台，CVD 42 台，涂胶/去胶设备 15 台，光刻机 8 台，刻蚀设备 25 台，离子注入设备 13 台，物理气相沉积设备 24 台，研磨抛光设备 12 台，清洗设备 17 台，检测设备 50 台，测试设备 33 台，其他设备 17 台。

表 5：中芯国际 90nm 12 寸晶圆产线每 1 万片月产能的主要设备需求数量

| 设备类型 | 设备数量 |
|--------------|------|
| 氧化炉管/高温/退火 | 22 |
| 化学气相沉积 (CVD) | 42 |
| 涂胶机 | 7 |
| 去胶机 | 8 |
| 光刻机 | 8 |
| 刻蚀 | 25 |
| 离子注入 | 13 |
| 物理气相沉积 (PVD) | 24 |
| 研磨抛光 | 12 |
| 清洗 | 17 |
| 检测 | 50 |
| 测试 | 33 |
| 其他 | 17 |

资料来源：天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

先进制程 12 寸线的设备需求

先进制程的 12 寸线，是指 7nm、10nm、14/16nm 和 22nm 等在 12 寸晶圆上较为先进的制程，由于先进制程工艺晶圆的生产成本较高，因此通常只有手机芯片、CPU、显卡、挖矿芯片、AI 芯片等最新的高性能数字电路或者对低功耗要求较高的集成电路才采用最先进的制程。

以台积电南京 12 寸晶圆厂一期项目为例对先进制程 12 寸线的设备数量需求进行分析。台积电南京 12 寸晶圆厂一期项目投资额度为 30 亿美元，规划产能为每年 24 万片，即月产能 2 万片，主要生产 16nm 级集成电路。

表 6：台积电南京一期月产 2 万片 16nm 12 寸晶圆线的主要设备需求数量和产能规划

| 设备名称 | 设备数量 | 单机产能 (片/天) | 生产时数 (小时/年) | 总产能 (年) |
|--------------|------|------------|-------------|---------|
| 研磨机 | 35 | 20 | 365*24 | 255500 |
| 化学气相沉积 (CVD) | 61 | 12 | 365*24 | 267180 |
| 氧化/高温/退火设备 | 83 | 9 | 365*24 | 272655 |
| 离子注入机 | 18 | 40 | 365*24 | 262800 |
| 刻蚀机 | 119 | 6 | 365*24 | 260610 |
| 光刻机 | 15 | 50 | 365*24 | 273750 |
| 涂胶机 | 10 | 75 | 365*24 | 273750 |
| 物理气相沉积 (PVD) | 50 | 15 | 365*24 | 273750 |

资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，长江证券研究所

由表 6 可知，氧化、高温、退火等炉管机台和刻蚀机的单机产能较小，成为了产能的瓶颈，CVD 设备、PVD 设备和研磨机的单机产能也较小，因此需要的数量较多。有很大一部分原因在于，22nm 以下工艺的产线采用了多重曝光技术，需要的薄膜沉积、刻蚀、研磨、退火等工序的数量大大提高，如 22nm 的刻蚀步骤数为 55 次，而 10nm 的刻蚀步骤数超过 110 次。为保证产能，需要更多的设备来满足产能要求，因此平均下来的单机产能较小。

表 7：台积电南京一期 16nm 12 寸晶圆产线每 1 万片月产能的主要设备需求量

| 设备名称 | 设备数量 |
|--------------|------|
| 研磨机 | 17.5 |
| 化学气相沉积 (CVD) | 30.5 |
| 氧化/高温/退火设备 | 41.5 |
| 离子注入机 | 9 |
| 刻蚀机 | 59.5 |
| 光刻机 | 7.5 |
| 涂胶机 | 5 |
| 物理气相沉积 (PVD) | 25 |

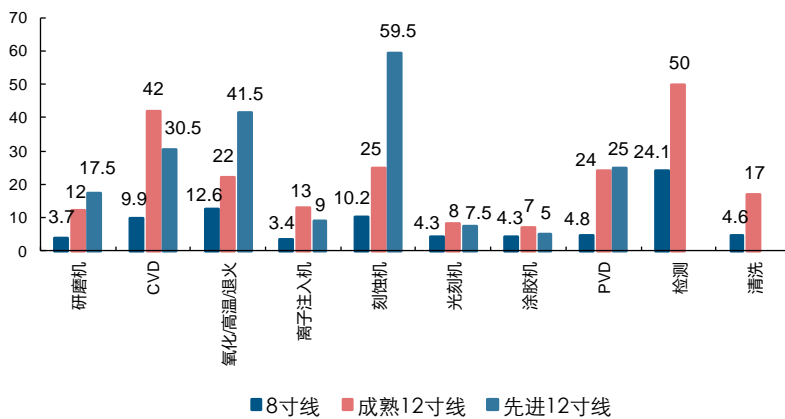
资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，长江证券研究所

先进制程 12 寸产线每 1 万片月产能所需的设备数量约为：研磨机 17.5 台，CVD 30.5 台，氧化/高温/退火设备 41.5 台，离子注入机 9 台，刻蚀机 59.5 台，光刻机 7.5 台，涂胶机 5 台，PVD 25 台。

设备需求趋势：越先进制程所需设备量越多

对三种产线的设备需求数量进行比较，可发现，总的趋势来看，越先进制程产线所需的设备数量越多。

图 4：不同产线每 1 万片月产能所需各类主要设备数量，越先进制程所需设备数量越多

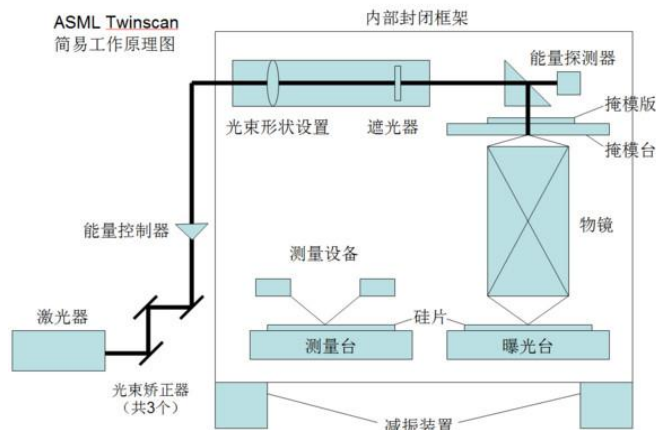


资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

光刻机：12 寸线需求约为 8 寸线 2 倍，一条产线上多种并存

8 寸线 1 万片月产能需要的光刻机约 4 台，12 寸线 1 万片月产能的光刻机需求约为 8 台。12 寸晶圆面积为 8 寸晶圆的 2.25 倍，所以相同产能下所需光刻机台数也接近翻倍。

图 5：ASML Twinscan 光刻机简易工作原理图



资料来源：ASML，雷锋网，长江证券研究所

此外，8 寸和 12 线中，均有不止一种光刻机，8 寸线有深紫外光刻机和紫外光刻机两种，12 寸线有沉浸式深紫外光刻机、深紫外光刻机和紫外光刻机 3 种。

表 8：中芯国际 8 寸与 12 寸线均有多种光刻机

| 设备名称 | 8 寸线 | 12 寸线 |
|--------------|------|-------|
| 沉浸式深紫外光刻机（台） | - | 4 |
| 深紫外光刻机（台） | 1.8 | 3 |
| 紫外光刻机（台） | 2.6 | 1 |

资料来源：中芯国际，天津市环境保护局，长江证券研究所

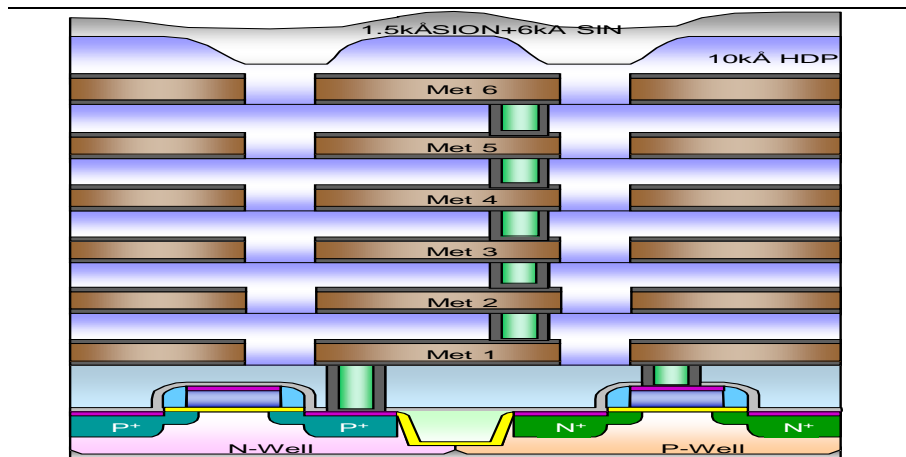
光刻机按光源不同可大致分为五代，分别是可见光 G 线，紫外光（UV）I 线，深紫外光（DUV）KrF 和 ArF，极紫外光 EUV。紫外光科技、深紫外光刻机和沉浸式深紫外光刻机的精度不同，紫外光刻机通常最高只能做到 350nm 工艺节点，180nm 以下工艺必须用深紫外光或沉浸式深紫外光刻机。

表 9：光刻机按光源不同可分为五代

| | 波长名 | 发射源 | 波长 (nm) | 光刻设备 | 最小工艺节点 (nm) |
|-----|------------|-------------------------|---------|---------------|-------------|
| 第一代 | 可见光 G 线 | 汞灯 | 436 | 接触式光刻机 | 800-250 |
| | | | | 接近式光刻机 | 800-250 |
| 第二代 | 紫外光 UV I 线 | 汞灯 | 365 | 接触式光刻机 | 800-250 |
| | | | | 接近式光刻机 | 800-250 |
| 第三代 | 深紫外光 DUV | 氟化氪 KrF 准分子激光 | 248 | 扫描投影式光刻机 | 180-130 |
| 第四代 | 深紫外光 DUV | 氟化氪 ArF 准分子激光 | 193 | 步进扫描投影式光刻机 | 130-65 |
| | | | | 沉浸式步进扫描投影式光刻机 | 45-7 |
| 第五代 | 极紫外光 EUV | 二氧化碳 CO ₂ 激光 | 13.5 | 极紫外光刻机 | 22-5 |

资料来源：《半导体制造技术》，长江证券研究所

图 6：典型的晶圆有很多层，只有最下层需要最小线宽，上层不需要最小线宽



资料来源：《半导体制造技术》，长江证券研究所

一条产线上有两种或两种以上光刻机，是因为并不是所有的工序里都是最窄的线宽。晶圆有很多层，仅最初的几层需要做到最窄的线宽。以 180nm 工艺为例，制造晶圆时，仅最初的几层光刻的线宽为 180nm，需要用到深紫外 DUV 光刻机，之后的工序，对介质、金属的光刻，以及刻沟槽等的，都不需要用到 180nm 的线宽，350nm 线宽也能满足要求。深紫外光刻机的成本远高于紫外光科技，因此，产线中，用深紫外光刻机做最

初、最关键工序的光刻，而用紫外光刻机来做后道的光刻，可以节省成本。在 12 寸晶圆产线中类似。

刻蚀机：先进制程对刻蚀机需求大幅增加，产线上多种并存

每月 1 万片产能，对刻蚀机的需求，随工艺不同而不同。8 寸产线对刻蚀机的需求为 10.2 台，成熟制程 12 寸线为 25 台，先进制程 12 寸线为 59.5 台。这是因为在 8 寸线中，工艺相对简单，而在 12 寸线中，多了更多不同的介质层，工艺相对复杂，需要刻蚀的工序更多。

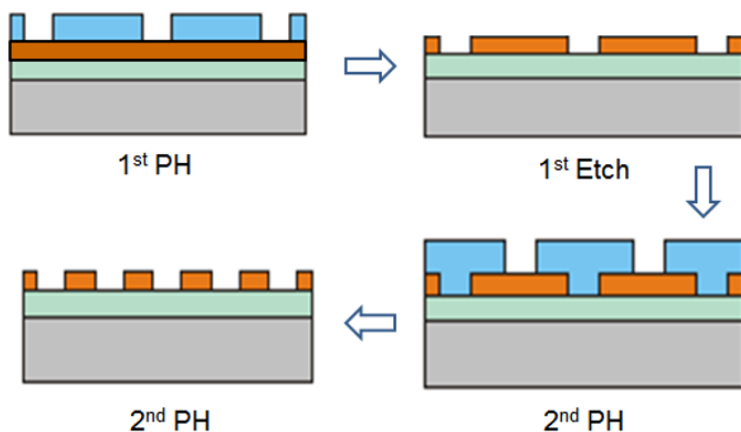
表 10：制程越先进，所需的刻蚀机台数越多

| 每月 1 万片产能的设备需求 | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 |
|----------------|------|------------|------------|
| 刻蚀机（台） | 10.2 | 25 | 59.5 |

资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

先进制程的 12 寸线中，因为多重曝光的引入，全道工序特别是刻蚀工序大幅增加，对刻蚀机的需求大幅增多。由于传统的深紫外光 DUV 光刻机的波长为 193nm，当制程达到 65nm 即达到极限分辨率。65nm-28nm 的工艺，采用了沉浸式光刻，即把晶圆和光刻机放在液体中进行光刻，利用液体的折射率，缩短光的波长，提高光刻机分辨率。而 22nm 以下工艺中，沉浸式光刻也无法满足分辨率要求，因此引入了多重曝光，把原本一次光刻和刻蚀可以完成的工序，分为两步来做，利用刻蚀机的高精度，来弥补光刻机分辨率的不足。

图 7：多重曝光，利用两次曝光和刻蚀，做出更小的线宽，增大了对刻蚀机的需求



资料来源：上海集成电路研发中心，长江证券研究所

一条产线中，由于需要刻蚀的层或对象多种多样，所以有各种不同的刻蚀机。刻蚀对象总的大类包括硅刻蚀、介质刻蚀和金属刻蚀，而介质刻蚀又包括氧化物刻蚀、氮化物刻蚀等。根据刻蚀机的工作原理不同，又可分为干法刻蚀和湿法刻蚀，干法刻蚀又分为电容耦合和电感耦合刻蚀。因为刻蚀的对象、线宽、厚度等的不同，刻蚀机的种类、刻蚀温度、刻蚀材料、刻蚀时长等都不同，由于刻蚀机的多样性，通常没有一家公司能把一条产线中的所有刻蚀机全都做完，一条产线上，会采用不止一家公司的刻蚀机，如台积电的 7nm 工艺线，采用了 Lam、应用材料、日立、东京电子和中微半导体的刻蚀机。

按刻蚀对象不同，刻蚀机通常包括介质刻蚀、硅刻蚀和金属刻蚀，在传统的 MOSFET 工艺中，介质刻蚀的占比较高，硅刻蚀的占比较低，越先进工艺硅刻蚀占比越高。在 14nm 及以下工艺中，MOSFET 无法满足要求，晶体管结构采用了 FinFET 工艺，硅刻蚀的占比超越了介质刻蚀。

表 11：中芯国际 180nm 8 寸晶圆产线，每 1 万片月产能的刻蚀机需求，介质刻蚀最多

| 设备类型 | 设备数量 | 合计 |
|------|------|------|
| 刻蚀 | 硅刻蚀 | 1.3 |
| | 介质刻蚀 | 6.3 |
| | 金属刻蚀 | 2.6 |
| | | 10.2 |

资料来源：天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

与光刻机类似，一条产线中，最前面的几道工序对刻蚀机的分辨率要求最高，而后面的工序对刻蚀机分辨率要求低一些。因此一条产线中，在关键工序的刻蚀中，通常会采用最好的刻蚀机，而非关键的工序中，会采用分辨率低一些的刻蚀机以节省成本。

薄膜设备：种类繁多，工艺复杂

薄膜设备主要分为化学气相沉积（CVD）和物理气相沉积（PVD）设备。CVD 设备是通过不同的气体物质发生化学反应在晶圆表面沉积一层薄膜，因为采用的是化学反应的方法，所以称为化学气相沉积，通常用于非金属、介质薄膜的沉积。PVD 设备主要用于金属薄膜的沉积，主要是金属溅射，原理是用电场驱动高温气体离子（如氩气 Ar）轰击金属靶材，金属靶材被物理撞击就掉出一些金属原子，在晶圆表面沉积一层金属薄膜，因为是用物理的方法，所以称为物理气相沉积。此外，金属铜的沉积不是用 PVD 方法实现，而是采用电镀方法实现，电镀设备既是一种薄膜设备，也是一种湿法工艺设备。

表 12：先进制程对薄膜设备的需求大大增加

| 每月 1 万片产能的设备需求 | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 |
|----------------|------|------------|------------|
| CVD (台) | 9.9 | 42 | 30.5 |
| PVD (台) | 4.8 | 24 | 25 |

资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

在晶圆制造的过程中，薄膜的材质多种多样，如多晶硅、钨、铝、钛、氧化钙、氮化硅等，因此薄膜设备种类也多种多样，对不同的薄膜沉积需要用到不同原理的设备，CVD 设备还可以细分为 PECVD、ALD、LPCVD 等，具体的原理、反应物质的状态、物质的材料、温度、压力等均不同，种类繁多。总的趋势，越先进的工艺，所需的薄膜设备越多。

涂胶机和去胶机：与光刻机数量几乎相同

光刻的过程包括涂胶、匀胶、曝光和显影，涂胶、匀胶和显影通常在一个设备里，即涂胶显影设备，而曝光由光刻机完成，在晶圆生产中，涂胶设备与光刻机是一一搭配的，因此数量几乎和光刻机相同。去胶设备用于刻蚀过后去掉光刻机，包括干法去胶和湿法去胶，产能与光刻机搭配，因此数量与光刻机也几乎相同。

表 13：一条产线上光刻机、涂胶机、去胶机的数量大致相同

| 每月 1 万片产能的设备需求 | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 |
|----------------|------|------------|------------|
| 光刻机（台） | 4.3 | 8 | 7.5 |
| 涂胶机（台） | 4.3 | 7 | 5 |
| 去胶机（台） | 3.6 | 8 | - |

资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

清洗设备：工艺越先进，需求量越大，单片式清洗设备占比越高

晶圆制造中工序很多，不同工序中用到了不同的化学材料，通常会在晶圆表面残留液体、颗粒等杂质，如果不清除，会随着生产制造逐渐累积，影响最终的良率。为了防止前面的工序中残留的杂质影响后面的工序，所以必须用清洗设备，配合相应的清洗剂，在某些工序后对晶圆进行清洗。越先进的工艺，工序步骤数越多，清洗设备也越多。根据我们的产业调研，22nm DRAM 工艺中，清洗的工序可以达到约 30%，但因清洗设备单机价格相对低一些，所以清洗设备价值量占比稍低，约 10-15%左右。

清洗设备分为槽式和单片式，槽式设备是一个酸槽，里面乘着酸液，一次可以同时清洗 25 片或 50 片晶圆，清洗效率较高、成本较低。但缺点有两个：第一，同时清洗的晶圆之间会相互污染；第二，酸槽里的酸液通常一定周期更换一次，所以前一批次清洗的晶圆可能污染后一批次的晶圆。

单片式的清洗设备由数个清洗腔构成，每一片晶圆在一个清洗腔里单独清洗，清洗方式为喷淋式清洗，清洗得较为干净，而且避免了交叉污染和前批次污染后批次。但缺点是清洗效率低，成本高。

在 8 寸工艺和 12 寸里的 90/65nm 等工艺中，线宽较宽，对残留的杂质容忍度相对较高，因此对清洗的要求相对没那么高，为节省成本和提高生产效率，以槽式清洗设备为主。在 45/28/22/16/10/7nm 等工艺中，线宽较窄，对残留杂质的容忍度低，要求清洗得更干净，因此以单片式清洗设备为主。在先进工艺中，槽式清洗设备也有单片式清洗无法替代的清洗方式，如高温磷酸清洗，目前只能用槽式清洗设备。总的趋势是，越先进的工艺，单片式清洗设备占比越高。根据我们的产业调研，22nm DRAM 产线中，单片式清洗的占比可达到约 70%。

表 14：工艺越先进对清洗设备需求量越大

| 每月 1 万片产能的设备需求 | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 |
|----------------|------|------------|------------|
| 清洗设备（台） | 4.6 | 17 | - |

资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

其他设备：工艺越先进，需求量越大

其他的设备，如氧化设备、高温炉管设备，退火设备、检测设备、离子注入机等，均体现出工艺越先进，需求量越大。

氧化炉管、退火设备的需求量较大，是因为 CVD、PVD 和刻蚀等工艺均在高温下进行，需要用到炉管设备加热，并需要退火设备为晶圆降温。工艺越先进，工序越多，需要的氧化、高温炉管和退火设备等的量也越大。

检测设备分为膜厚检测、关键尺寸检测、电子束检测和其他各种检测设备。主要用于在制造过程中对晶圆的线宽、膜厚、掺杂浓度、表面电阻等各种参数进行检测，工艺越先进，工序数就越多，需要检测的参数也就越多，因此，检测设备种类和数量很多。

表 15：对半导体设备的需求总趋势是工艺越先进、需求量越大

| 每月 1 万片产能的设备需求 | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 |
|----------------|------|------------|------------|
| 氧化炉管退火设备 (台) | 12.6 | 22 | 41.5 |
| 检测设备 (台) | 24.1 | 50 | - |
| 离子注入机 (台) | 3.4 | 13 | 9 |

资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

国内晶圆制造设备需求测算

国内晶圆制造设备数量需求总体测算

根据以上分析，晶圆产线可大致分为 8 寸线、成熟制程 12 寸线和先进制程 12 寸线，且每种产线对半导体设备的需求均有所不同。

表 16：不同工艺每 1 万片月产能的设备需求，越先进制程，设备需求量越大

| 每月 1 万片产能的设备需求 | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 |
|----------------|------|------------|------------|
| 研磨机 | 3.7 | 12 | 17.5 |
| CVD | 9.9 | 42 | 30.5 |
| 氧化/高温/退火 | 12.6 | 22 | 41.5 |
| 离子注入机 | 3.4 | 13 | 9 |
| 刻蚀机 | 10.2 | 25 | 59.5 |
| 光刻机 | 4.3 | 8 | 7.5 |
| 涂胶机 | 4.3 | 7 | 5 |
| PVD | 4.8 | 24 | 25 |
| 检测 | 24.1 | 50 | |
| 清洗 | 4.6 | 17 | |

资料来源：《台积电(南京)有限公司 12 吋晶圆厂与设计服务中心一期项目环境影响专项分析》，台积电，天津市环境保护局，中芯国际，长江证券研究所

目前国内在建和规划的晶圆产线众多，根据在建晶圆产线的产能规划，可测算出未来国内对晶圆制造设备的需求。根据我们的产业调研，通常晶圆产线开工后 1-1.5 年为设备搬入期，之后开始试生产，如果进展顺利，通常开工后 2 年左右开始投产，在此后 2-3 年内逐渐达到满产。

表 17: 国内在建部分 8 寸晶圆产线

| 公司 | 项目 | 地点 | 投资额 (美元) | 尺寸 | 工艺 | 规划产能 (万片/月) | 开工时间 | 预计设备搬入 | 预计投产 |
|----|---------|----|--------------|-----|--------|-------------|------------|------------|-------------|
| 中芯 | 中芯绍兴 | 绍兴 | 8.8 亿 | 8 寸 | 特色工艺 | 4.25 | 2018 年 5 月 | 2019 年 9 月 | 2020 年 1 月 |
| 国际 | 中芯天津 T2 | 天津 | T2/T3 共 15 亿 | 8 寸 | 0.18um | 9 | 2016 年 9 月 | 2018 年 7 月 | 2020 年 10 月 |
| 中国 | 积塔半导体 | 上海 | 约 13 亿 | 8 寸 | 特色工艺 | 6 | 2018 年 8 月 | 2019 年下半年 | 2020 年 |
| 电子 | 一期 | | | | | | | | |

资料来源:《集成电路应用》,《2017 年上海集成电路产业发展研究报告》,公司官网,长江证券研究所

目前国内在建的 8 寸晶圆产线,达到满产后的总产能超过每月 19.25 万片。

表 18: 国内在建部分成熟制程 12 寸晶圆产线

| 公司 | 项目 | 地点 | 投资额 (美元) | 尺寸 (英寸) | 工艺 | 规划产能 (万片/月) | 开工时间 | 预计设备搬入 | 预计投产 |
|------|---------------|----|-----------------------|---------|-----------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 中芯 | 中芯国际 B3 | 北京 | 40 亿 | 12 | CIS、2D NAND 等 | 3.5 | 2016 年 10 月 | 2018 年下半年 | 2018 年 |
| 国际 | 中芯国际天津 T2/T3 | 天津 | T2/T3 共 15 亿 | 12 | 90nm | 1 | 2016 年 9 月 | 2018 年 7 月 | 2020 年 10 月 |
| 华虹 | 华虹无锡 | 无锡 | 25 亿 | 12 | 90-65nm 特色工艺 | 4 | 2018 年 3 月 | 2019 年下半年 | 2019 年 |
| 宏力 | Fab7 一期 | | | | | | | | |
| 德准 | 德科玛淮安 | 淮安 | 25 亿 | 12 | 65nm 图像传感器 | 2 | 2016 年 3 月 | 2018 年下半年 | 2019 年 |
| AOS | 美国 AOS(万国)一期 | 重庆 | 4 亿 (2.7 亿制造,1.3 亿封测) | 12 | 功率半导体 | 制造: 2, 封测: 5 万 | 2016 年 3 月 | 2018 年 | 2018 年下半年 |
| 格罗方德 | 格罗方德 Fab11 一期 | 成都 | 两期合计 100 亿 | 12 | 0.18/0.13um | 2 | 2017 年 2 月 | 2018 年 | 2018 年底 |
| 粤芯 | 粤芯半导体 | 广州 | 10.5 亿 | 12 | 130nm-180nm 传统特色工艺 | 4 | 2017 年 12 月 | 2019 年上半年 | 2019 年 |
| 武汉新芯 | 武汉新芯 Fab12b | 武汉 | 20 亿 | 12 | 10 万片特种工艺+1 万片 Nor Flash+0.5 万片逻辑 | 11.5 | 2017 年 12 月 | 2018 年 10 月 | 2018 年 12 月 |

资料来源:《集成电路应用》,《2017 年上海集成电路产业发展研究报告》,公司官网,长江证券研究所

目前国内在建的成熟制程 12 寸晶圆产线,达到满产后的总产能将超过每月 30 万片。

表 19: 国内在建部分先进制程 12 寸晶圆产线

| 公司 | 项目 | 地点 | 投资额 (美元) | 尺寸 | 工艺 | 规划产能 (万片/月) | 开工时间 | 预计设备搬入 | 预计投产 |
|-------|--------------|----|-------------------------|------|-----------------------|------------------|-------------|------------|--------|
| 中芯国际 | 中芯国际 SN1&SN2 | 上海 | 102.4 亿 | 12 | CMOS 14-10-7nm | 7 | 2016 年 10 月 | 2018 年 | 2018 年 |
| 华力微电子 | 华力二期 Fab6 | 上海 | 58 亿 | 12 | CMOS 28-20-14nm | 4 | 2016 年 12 月 | 2018 年 5 月 | 2018 年 |
| 长江存储 | 国家存储器基地 | 武汉 | 240 亿 (分三期建设), 第一期 85 亿 | 12 寸 | 3D NAND+20/1 8nm DRAM | 三期总共: 30 第一期: 10 | 2016 年 12 月 | 2018 年 4 月 | 2018 |

| | | | | | | | | | |
|--------|------------------|----|--------|------|--------------|------|------------|-------------|-------------|
| 福建晋华 | 福建晋华一期 | 泉州 | 56.5 亿 | 12 寸 | 32nm DRAM | 6 | 2016 年 7 月 | 2018 年 7 月 | 2018 年 9 月 |
| 合肥长鑫 | 合肥长鑫 | 合肥 | 72 亿 | 12 寸 | 19nm DRAM | 12.5 | 2017 年 3 月 | 2018 年 1 季度 | 2018 年下半年 |
| 紫光 | 紫光南京集成电路基地一期 | 南京 | 105 亿 | 12 寸 | 3D NAND DRAM | 10 | 2018 年 6 月 | 2020 年 | 2021 年 5 月 |
| SK 海力士 | SK 海力士无锡二厂 | 无锡 | 86 亿 | 12 寸 | 10nm 级 DRAM | 20 | 2017 年下半年 | 2019 年 | 2019 年上半年 |
| 三星 | 三星西安二期 | 西安 | 70 亿 | 12 寸 | 3D NAND | 10 | 2018 年 3 月 | 2019 年 | 2019 年四季度投产 |
| 英特尔 | 英特尔大连 Fab68 二期扩建 | 大连 | 20 亿 | 12 寸 | 3D NAND | | 2017 年 5 月 | 2018 年 2 月 | 2018 年下半年 |

资料来源：《集成电路应用》，《2017 年上海集成电路产业发展研究报告》，公司官网，长江证券研究所

目前国内在建的先进制程 12 寸晶圆产线，达到满产后的总产能将超过每月 79.5 万片。

根据产能规划，和每种产线的每 1 万片产能的设备需求，可以估算出国内对各种晶圆制造设备的大致需求。

其中，先进制程 12 寸工艺中，检测设备和清洗设备每万片月产能的设备需求缺乏数据，但考虑到先进工艺中清洗和检测的工序步骤大大增加，对设备的需求也大大增加，因此对先进制程 12 寸工艺中的检测和清洗设备，每万片月产能给予一个较为保守的估计，认为先进制程 12 寸线中的检测设备和清洗设备的每万片月产能的需求量比成熟制程 12 寸线中多 20%，实际当中的需求量应该是大于该值。

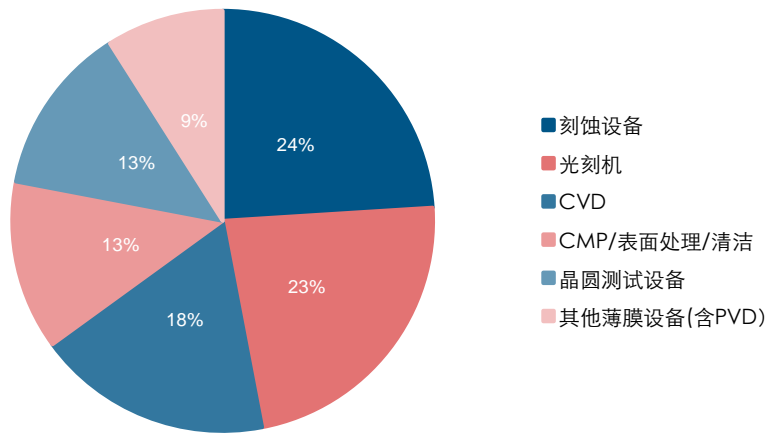
表 20：国内晶圆制造设备需求量测算

| | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 | 合计 |
|----------------|-------|------------|------------|--------|
| 国内规划产能 (万片/月) | 19.25 | 30 | 79.5 | 128.75 |
| 研磨机需求 (台) | 71 | 360 | 1391 | 1822 |
| CVD 需求 (台) | 191 | 1260 | 2425 | 3875 |
| 氧化/高温/退火需求 (台) | 243 | 660 | 3299 | 4202 |
| 离子注入机需求 (台) | 65 | 390 | 716 | 1171 |
| 刻蚀机需求 (台) | 196 | 750 | 4730 | 5677 |
| 光刻机需求 (台) | 83 | 240 | 596 | 919 |
| 涂胶机需求 (台) | 83 | 210 | 398 | 690 |
| PVD 需求 (台) | 92 | 720 | 1988 | 2800 |
| 检测需求 (台) | 464 | 1500 | >4770 | >6734 |
| 清洗需求 (台) | 89 | 510 | >1622 | >2220 |

资料来源：长江证券研究所

根据测算，未来对薄膜设备、氧化炉管设备、刻蚀机、检测设备和清洗设备的需求量较大。由于设备的单机价值量不同，因此，总体的设备价值量和数量有一定差异。晶圆制造的核心工艺光刻、刻蚀和薄膜设备的价值量占比最大。

图 8：晶圆制造的核心工艺光刻、刻蚀和薄膜设备的价值量占比最大



资料来源：SEMI, 长江证券研究所

2018-2020 年是晶圆制造设备的需求高峰

除英特尔、三星、台积电、格罗方德等建厂经验丰富、技术先进的公司外，其他公司建设晶圆产线时，通常不会一次性把满产能的设备采购齐全，通常会先建设一条 5000 片/月产能的小产线试投产，验证工艺，当良率达到要求后，再逐步采购设备直至达到规划的产能，设备的采购过程随工艺进程、订单量和下游市场景气度等不同而不同，通常将持续 2-4 年。

国内在建的晶圆厂的设备搬入期大部分为 2018 和 2019 年，因此，2018-2020 年将是国内晶圆制造设备的需求高峰。

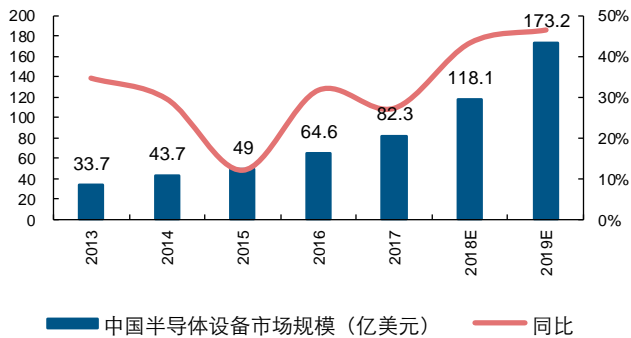
国内晶圆厂对国产晶圆制造设备需求测算

国产半导体设备的机会在于内资晶圆厂和非先进工艺设备

目前国产半导体设备与国外半导体设备的技术差距仍然较大，还无法实现真正的国产替代。根据 SEMI 统计和预测，以及中国电子专用设备工业协会的统计，国产集成电路制造设备在国内的总体占有率不足 10%。在 8 寸、成熟制程 12 寸工艺中，国产半导体设备在某些工艺中能够实现一定程度的国产替代，而在先进制程 12 寸工艺中，国产半导体设备还较难进入，或进入的量较小。

一条产线中，工序多达几百上千道，其中比较靠前的关键工序对线宽要求较为严格，而比较靠后的非关键工序对线宽要求则较低。如 28nm 工艺线，比较靠前的工序，对线宽的要求严格为 28nm，而靠后的工序，线宽要求可能为 45nm、65nm 甚至 130nm。因此，目前已进入实际量产的国产半导体设备，更多是用于比较靠后的非关键工序，这些工序中，对线宽的要求较低。在 8 寸线、成熟工艺 12 寸线中，国产半导体设备的占有率比先进工艺 12 寸线中的占有率更高。

图 9：中国半导体设备市场规模 2018 年将找过 110 亿美元



资料来源：SEMI，长江证券研究所

此外，目前国内在建的晶圆厂中，有一部分为外资如三星、台积电等，有一部分为内资如中芯国际、华力微电子、长江存储等，对国产半导体设备而言，进入外资晶圆厂较难，而进入内资晶圆厂相对容易。

因此，对国产半导体设备的需求测算，以内资晶圆厂为主，占有率方面，8 寸和成熟制程 12 寸线的占有率将高于先进制程 12 寸线。

表 21：内资 8 寸在建晶圆产线

| 公司 | 项目 | 地点 | 投资额 (美元) | 尺寸 | 工艺 | 规划产能 (万片/月) | 开工时间 | 预计设备搬入 | 预计投产 |
|------|---------|----|--------------|----|--------|-------------|------------|------------|-------------|
| 中芯国际 | 中芯绍兴 | 绍兴 | 8.8 亿 | 8 | 特色工艺 | 4.25 | 2018 年 5 月 | 2019 年 9 月 | 2020 年 1 月 |
| 中芯国际 | 中芯天津 T2 | 天津 | T2/T3 共 15 亿 | 8 | 0.18um | 9 | 2016 年 9 月 | 2018 年 7 月 | 2020 年 10 月 |
| 中国电子 | 积塔半导体一期 | 上海 | 约 13 亿 | 8 | 特色工艺 | 6 | 2018 年 8 月 | 2019 年下半年 | 2020 年 |

资料来源：《集成电路应用》，《2017 年上海集成电路产业发展研究报告》，公司官网，长江证券研究所

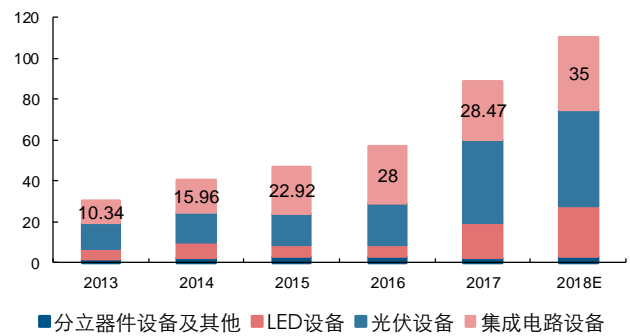
国内目前正在建的 8 寸线均为内资，全部投产后，总产能将达到 19.25 万片/月。

表 22：内资成熟制程 12 寸在建晶圆产线

| 公司 | 项目 | 地点 | 投资额 (美元) | 尺寸 | 工艺 | 规划产能 (万片/月) | 开工时间 | 预计设备搬入 | 预计投产 |
|------|--------------|----|--------------|----|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 中芯国际 | 中芯国际 B3 | 北京 | 40 亿 | 12 | CIS、2D NAND 等 | 3.5 | 2016 年 10 月 | 2018 年下半年 | 2018 年 |
| 中芯国际 | 中芯国际天津 T2/T3 | 天津 | T2/T3 共 15 亿 | 12 | 90nm | 1 | 2016 年 9 月 | 2018 年 7 月 | 2020 年 10 月 |
| 华虹宏力 | 华虹无锡 Fab7 一期 | 无锡 | 25 亿 | 12 | 90-65nm 特色工艺 | 4 | 2018 年 3 月 | 2019 年下半年 | 2019 年 |
| 德淮 | 德科玛淮安 | 淮安 | 25 亿 | 12 | 65nm 图像传感器 | 2 | 2016 年 3 月 | 2018 年下半年 | 2019 年 |
| 粤芯 | 粤芯半导体 | 广州 | 10.5 亿 | 12 | 130nm-180nm 传统特色工艺 | 4 | 2017 年 12 月 | 2019 年上半年 | 2019 年 |
| 武汉新芯 | 武汉新芯 Fab12b | 武汉 | 20 亿 | 12 | 10 万片特种工艺+1 万片 Nor Flash+0.5 万片逻辑 | 11.5 | 2017 年 12 月 | 2018 年 10 月 | 2018 年 12 月 |

资料来源：《集成电路应用》，《2017 年上海集成电路产业发展研究报告》，公司官网，长江证券研究所

图 10：国产半导体制造设备 2018 年预计销售额为 35 亿 (人民币)



资料来源：中国电子专用设备工业协会，长江证券研究所

国内目前正在建的成熟制程 12 寸线大部分为内资，全部投产后，总产能将达到 26 万片/月

表 23：内资先进制程 12 寸在建晶圆产线

| 公司 | 项目 | 地点 | 投资额 (美元) | 尺寸 | 工艺 | 规划产能 (万片/月) | 开工时间 | 预计设备搬入 | 预计投产 |
|-------|--------------|----|-------------------------|------|----------------------|------------------|-------------|-------------|------------|
| 中芯国际 | 中芯国际 SN1&SN2 | 上海 | 102.4 亿 | 12 寸 | CMOS 14-10-7nm | 7 | 2016 年 10 月 | 2018 年 | 2018 年 |
| 华力微电子 | 华力二期 Fab6 | 上海 | 58 亿 | 12 寸 | CMOS 28-20-14nm | 4 | 2016 年 12 月 | 2018 年 5 月 | 2018 年 |
| 长江存储 | 国家存储器基地 | 武汉 | 240 亿 (分三期建设), 第一期 85 亿 | 12 寸 | 3D NAND+20/18nm DRAM | 三期总共: 30 第一期: 10 | 2016 年 12 月 | 2018 年 4 月 | 2018 |
| 福建晋华 | 福建晋华一期 | 泉州 | 56.5 亿 | 12 寸 | 32nm DRAM | 6 | 2016 年 7 月 | 2018 年 7 月 | 2018 年 9 月 |
| 合肥长鑫 | 合肥长鑫 | 合肥 | 72 亿 | 12 寸 | 19nm DRAM | 12.5 | 2017 年 3 月 | 2018 年 1 季度 | 2018 年下半年 |
| 紫光 | 紫光南京集成电路基地一期 | 南京 | 105 亿 | 12 寸 | 3D NAND DRAM | 10 | 2018 年 6 月 | 2020 年 | 2021 年 5 月 |

资料来源：《集成电路应用》，《2017 年上海集成电路产业发展研究报告》，公司官网，长江证券研究所

先进制程 12 寸晶圆产线中，有一部分是内资建设的，如果全部达到满产，产能将达到 49.5 万片/月。

表 24：内资在建晶圆厂的晶圆制造设备需求量测算

| | 8 寸线 | 成熟制程 12 寸线 | 先进制程 12 寸线 | 合计 |
|----------------|-------|------------|------------|-------|
| 国内规划产能 (万片/月) | 19.25 | 26 | 49.5 | 94.75 |
| 研磨机需求 (台) | 71 | 312 | 866 | 1249 |
| CVD 需求 (台) | 191 | 1092 | 1510 | 2792 |
| 氧化/高温/退火需求 (台) | 243 | 572 | 2054 | 2869 |
| 离子注入机需求 (台) | 65 | 338 | 446 | 849 |
| 刻蚀机需求 (台) | 196 | 650 | 2945 | 3792 |
| 光刻机需求 (台) | 83 | 208 | 371 | 662 |
| 涂胶机需求 (台) | 83 | 182 | 248 | 512 |
| PVD 需求 (台) | 92 | 624 | 1238 | 1954 |
| 检测需求 (台) | 464 | 1300 | >2970 | >4734 |
| 清洗需求 (台) | 89 | 442 | >1010 | >1540 |

资料来源：长江证券研究所

国产半导体设备需求测算

目前国产晶圆制造设备在国内的占有率不足 10%，而 8 寸、成熟 12 寸中占有率高于先进 12 寸产线，因此，对国产晶圆制造设备的需求测算时，假设 8 寸、成熟 12 寸和先进 12 寸的国产化率分别达到 15%、15%、10%，20%、20%、15%和 25%、25%、20%。

表 25：内资在建晶圆产线对国产设备的需求测算

| | 8 寸线 | 成熟 12 寸 | 先进 12 寸 | 合计 | 8 寸线 | 成熟 12 寸 | 先进 12 寸 | 合计 | 8 寸线 | 成熟 12 寸 | 先进 12 寸 | 合计 |
|------------------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|---------|-------|
| 国内规划产能 (万片/月) | 19.25 | 26 | 49.5 | 94.75 | 19.25 | 26 | 49.5 | 94.75 | 19.25 | 26 | 49.5 | 94.75 |
| 国产设备占有率 | 15% | 15% | 10% | | 20% | 20% | 15% | | 25% | 25% | 20% | |
| 研磨机 (台) | 11 | 47 | 87 | 144 | 14 | 62 | 130 | 207 | 18 | 78 | 250 | 346 |
| CVD (台) | 29 | 164 | 151 | 343 | 38 | 218 | 226 | 483 | 48 | 273 | 558 | 879 |
| 氧化/高温/退火 (台) | 36 | 86 | 205 | 328 | 49 | 114 | 308 | 471 | 61 | 143 | 574 | 777 |
| 离子注入机 (台) | 10 | 51 | 45 | 105 | 13 | 68 | 67 | 148 | 16 | 85 | 170 | 271 |
| 刻蚀机 (台) | 29 | 98 | 295 | 421 | 39 | 130 | 442 | 611 | 49 | 163 | 758 | 970 |
| 光刻机 (台) | 12 | 31 | 37 | 81 | 17 | 42 | 56 | 114 | 21 | 52 | 132 | 205 |
| 涂胶机 (台) | 12 | 27 | 25 | 64 | 17 | 36 | 37 | 90 | 21 | 46 | 102 | 169 |
| PVD (台) | 14 | 94 | 124 | 231 | 18 | 125 | 186 | 329 | 23 | 156 | 391 | 570 |
| 检测 (台) | 70 | 195 | 297 | 562 | 93 | 260 | 446 | 798 | 116 | 325 | 947 | 1388 |
| 清洗 (台) | 13 | 66 | 101 | 181 | 18 | 88 | 151 | 258 | 22 | 111 | 308 | 441 |

资料来源：长江证券研究所

根据晶圆厂建设进度，这些晶圆制造设备，将在未来 3-4 年内逐步得到兑现。根据测算，未来 3-4 年，国内在建晶圆厂对 CVD、氧化炉管、PVD、刻蚀、检测、清洗等设备的需求量较大，国内北方华创、中微半导体、沈阳拓荆、精测电子、盛美半导体、至纯科技等在这些方面已经取得一定的技术突破或已有相关布局，建议持续关注。此外，随着晶圆厂产能的爬坡，对封测的需求也将逐渐提高，建议关注国产半导体测试设备龙头长川科技。

一周行情回顾

表 26: 各指数涨跌幅

| 指数名称 | 指数代码 | 本周行情 | 2018年以来 |
|-------|-----------|-------|---------|
| 上证综指 | 000001.SH | 2.27% | -17.47% |
| 沪深300 | 000300.SH | 2.96% | -17.50% |
| 深证成指 | 399001.SZ | 1.53% | -23.15% |
| 创业板指 | 399006.SZ | 1.10% | -17.26% |
| 机械中信 | CI005010 | 0.84% | -26.94% |

资料来源: Wind, 长江证券研究所

表 27: 机械行业涨幅前十股

| 代码 | 简称 | 周涨跌幅 |
|-----------|-------|--------|
| 002526.SZ | 山东矿机 | 23.53% |
| 603085.SH | 天成自控 | 17.94% |
| 002122.SZ | *ST天马 | 14.97% |
| 601100.SH | 恒立液压 | 12.85% |
| 002282.SZ | 博深工具 | 11.62% |
| 002903.SZ | 宇环数控 | 11.27% |
| 300434.SZ | 金石东方 | 10.20% |
| 002767.SZ | 先锋电子 | 9.61% |
| 600583.SH | 海油工程 | 9.45% |
| 300151.SZ | 昌红科技 | 9.36% |

资料来源: Wind, 长江证券研究所

表 28: 机械行业跌幅前十股

| 代码 | 简称 | 周涨跌幅 |
|-----------|------|---------|
| 300402.SZ | 宝色股份 | -15.72% |
| 603111.SH | 康尼机电 | -14.16% |
| 002278.SZ | 神开股份 | -10.00% |
| 000925.SZ | 众合科技 | -9.38% |
| 002248.SZ | 华东数控 | -8.80% |
| 002786.SZ | 银宝山新 | -8.22% |
| 002204.SZ | 大连重工 | -7.87% |
| 300257.SZ | 开山股份 | -7.78% |
| 603686.SH | 龙马环卫 | -7.19% |
| 300690.SZ | 双一科技 | -6.35% |

资料来源: Wind, 长江证券研究所

重点公司公告

恒立液压：发布 2018 年中报，实现营收 21.64 亿元，同比增长 59.23%，归母净利润 4.63 亿元，同比增加 186.65%。

长川科技：发布 2018 年中报，实现营收 1.16 亿元，同比增长 76.78%，归母净利润 2500.66 万元，同比增加 47.58%。

浙江鼎力：发布 2018 年中报，实现营收 7.85 亿元，同比增长 42.12%，归母净利润 2.05 亿元，同比增加 37.29%。

麦格米特：发布 2018 年中报，实现营收 10.31 亿元，同比增长 63.36%，归母净利润 6515.60 万元，同比增加 40.38%。

豪迈科技：发布 2018 年中报，实现营收 17.25 亿元，同比增长 16.56%，归母净利润 3.52 亿元，同比下降 5.06%。

至纯科技：发布 2018 年中报，实现营收 1.88 亿元，同比增长 19.13%，归母净利润 1907.62 万元，同比下降 23.71%。

中大力德：发布 2018 年中报，实现营收 2.78 亿元，同比增长 18.27%，归母净利润 3606.80 万元，同比增加 25.77%。

英威腾：发布 2018 年中报，实现营收 10.35 亿元，同比增长 17.05%，归母净利润 9626.87 万元，同比增加 5.88%。

北方华创：发布 2018 年中报，实现营收 13.95 亿元，同比增长 33.44%，归母净利润 1.19 亿元，同比增加 125.44%。

卓郎智能：发布 2018 年中报，实现营收 46.27 亿元，同比增长 13.98%，归母净利润 3.63 亿元，同比增加 30.35%。

中国中车：发布 2018 年中报，实现营收 862.91 亿元，同比下降 2.73%，归母净利润 41.18 亿元，同比增加 12.16%。

宏观及行业新闻

➤ 发改委：今年 1-7 月集成电路制造业投资同比增长 67.9%

今年 1-7 月，集成电路制造业投资同比增长 67.9%，医疗诊断、监护及治疗设备制造业投资同比增长 65.1%，光电子器件制造业投资同比增长 45.5%。新能源汽车、工业机器人、集成电路产量同比分别增长 68.6%、21.0%和 14.5%。（中国证券网）

➤ 18 家国际工程机械制造商 2018 年上半年销售额增长 27.37%

2018 年上半年全球 18 家国际工程机械制造商总计销售额为 476.85 亿美元，同比大幅增长 27.37%，营业利润 62.86 亿美元，同比增长 55.29%。（中国机械工业联合会机经网）

➤ **中国在世贸组织起诉美国对 160 亿美元中国产品的征税措施**

据商务部消息，中国于 8 月 23 日在世贸组织起诉美国 301 调查项下对华 160 亿美元输美产品实施的征税措施。（中国金融信息网）

投资评级说明

| | |
|-------|---|
| 行业评级 | 报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为： |
| 看好 | 相对表现优于市场 |
| 中性 | 相对表现与市场持平 |
| 看淡 | 相对表现弱于市场 |
| 公司评级 | 报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为： |
| 买入 | 相对大盘涨幅大于 10% |
| 增持 | 相对大盘涨幅在 5%~10%之间 |
| 中性 | 相对大盘涨幅在-5%~5%之间 |
| 减持 | 相对大盘涨幅小于-5% |
| 无投资评级 | 由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。 |

联系我们

上海

浦东新区世纪大道 1198 号世纪汇广场一座 29 层（200122）

武汉

武汉市新华路特 8 号长江证券大厦 11 楼（430015）

北京

西城区金融街 33 号通泰大厦 15 层（100032）

深圳

深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 3 期 36 楼（518048）

重要声明

长江证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：10060000。

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。报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

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、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据；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。

本公司及作者在自身所知范围内，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。

本报告版权仅仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为长江证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。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。