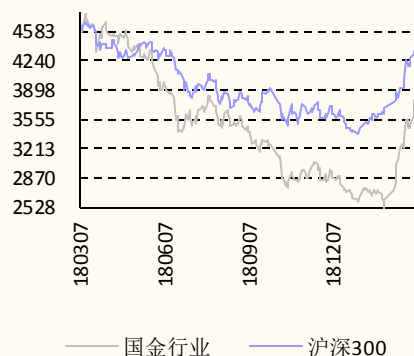


## 市场数据(人民币)

市场优化平均市盈率	18.90
国金半导体指数	3806.48
沪深300指数	3848.09
上证指数	3102.10
深证成指	9700.49
中小板综指	9562.58



## 相关报告

1. 《人工智能无所不在-AI 行业深度报告》，2019.2.25
2. 《功率半导体淡季不淡，看好旺季来临投资机遇-功率半导体淡季不淡...》，2019.2.21
3. 《全年衰退，最糟已过，进入另一波上行周期-全年衰退，最糟已过，...》，2019.2.18

宋敬祎 分析师 SAC 执业编号: S1130519010001  
songjingyi@gjzq.com.cn

## 硬核科技代表：半导体设备重装上阵

## 投资逻辑

- **行业自身成长**：全球半导体设备行业 2017 市场规模达到 540 亿美金，同比增长 28.57%，预计未来七年复合增长 10%。行业整体受益于集成电路与 LED 方面的发展，虽然整体行业周期性比较明显，从历史来看行业整体稳步增长。从目前发展来看，到 2025 年内摩尔定律仍会延续，半导体设备还有很大的发展空间。主要拉动来源于集成电路先进制程的不断提升与下一代显示设备的进步 (MiniLED, MicroLED)。
- **中国厂商进口替代空间广阔**：半导体设备整体市场集中度较高，前 5 家公司占市场 90% 市场份额。中国厂商目前在设备领域市占率极低 (小于 3%)，替代空间广阔。同时，未来三年新建晶圆厂中有 30% 在中国，设备公司直接受益。
- **科创板主打硬核科技，半导体设备公司直接受益**：科创板重点支持 半导体、新一代信息技术、高端装备、新能源以及 生物医药等高新技术产业。半导体设备作为硬核科技的代表，长期来看公司的发展受益于资本市场的支持，短期看科创板的设立也对板块的估值有提升效应。

## 半导体主流设备分析

- 半导体制造环节的设备种类繁多，以下列举半导体制造环节主流设备，括号里为专项设备占总设备比例。
- **薄膜沉积设备 (占比 20%)**：薄膜沉积是半导体制造的重点设备，设备复杂度高，使用率高。2018 年全球薄膜沉积市场规模约为 120 亿美金，未来 5 年有望以 CAGR=10% 的速度增长。在主流设备方面国外公司占主导。但在某些细分领域如 MOCVD，中国公司逐步开始占领市场份额，预计中微半导体 2018 年蓝绿光 MOCVD 市占率已经达到 60% 以上，并有继续扩大市占率的趋势。
- **光刻设备 (占比 20%)**：整体行业市场规模预计 120 亿美金左右。光刻是 IC 制造环节核心工艺，也是技术难度最高的一步。在最新极紫外光光刻机市场中，ASML 一家独大，其他厂商逐步掉队，中国厂商在这方面技术储备较弱，暂时没法进入先进制程领域，但上海微电子的光刻机在某些特殊制程与应用是可以进入一线晶圆厂。
- **刻蚀设备 (占比 25%)**：刻蚀用途极为广泛，2018 年目前刻蚀设备市场规模行业现在约为 155 亿美金，预计未来 5 年刻蚀的市场增速将超过半导体设备平均增速，将达到 15%，主要原因在于集成电路架构复杂度逐步增加。目前主要以美国、日本厂商设备为主。主要应用为逻辑电路、3D nand、先进封装 (硅通孔 TSV)。中微半导体与北方华创逐步突破某些领域，可以进入一线晶圆厂 baseline 产线。

## 推荐标的

- 中微半导体、北方华创、长川科技、上海微电子

## 风险提示

- 半导体整体需求不及预期；半导体设备国产化程度不及预期；相关公司估值偏高

## 内容目录

1. 投资逻辑：行业自身成长+中国厂商进口替代 .....	4
投资逻辑之一：行业自身成长 .....	4
1.1. 集成电路设备成长动力：先进制程+新晶圆厂投产 .....	4
1.2. LED 芯片行业设备成长动力：LED 芯片应用扩大+行业生产效率提升 .....	6
投资逻辑之二：中国厂商进口替代空间广阔 .....	8
投资逻辑之三：科创板主打硬核科技，半导体设备公司直接受益 .....	10
2. 半导体主流设备分析 .....	10
半导体制造相关设备 .....	10
1. 晶圆清洗（wafer Cleaning） .....	10
2. 氧化（Oxidation） .....	11
3. 薄膜沉积（Film Deposition）——占晶圆制造 20% .....	11
4. 曝光（Exposure）——占晶圆制造 20% .....	12
5. 显影（Development） .....	12
6. 刻蚀（Etch）——占晶圆制造环节 25% .....	13
7. 离子注入（Ion Implantation） .....	13
8. 化学机械抛光（Chemical Mechanical Polisher） .....	13
工艺检测与封测相关设备 .....	14
9. 探针检测（wafer Probe） .....	14
10. 切割机（Dicing） .....	14
11. 键合（Bonding） .....	14
12. 测试机 .....	14
3. 行业内重点公司简介 .....	15
3.1. 中微半导体——硬核科技的代表 .....	15
3.2. 北方华创——A 股半导体设备公司稀缺标的 .....	16
3.3. 长川科技 .....	17
3.4. 上海微电子 .....	19
4. 推荐标的 .....	21
5. 风险提示 .....	21

## 图表目录

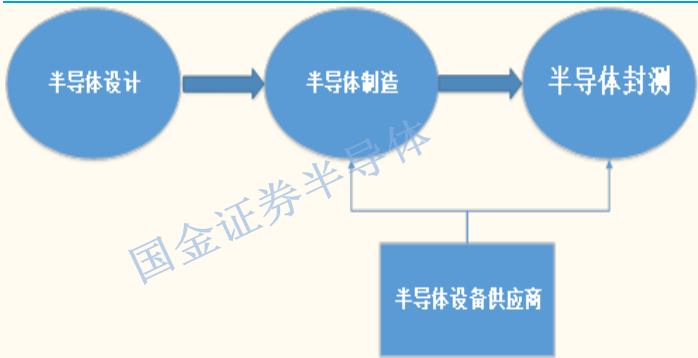
图表 1：半导体设备产业链 .....	4
图表 2：半导体设备产值 .....	4
图表 3：近十年半导体先进制程 .....	4
图表 4：光刻机发展路径 .....	5
图表 5：2017-2020 新建晶圆厂分布 .....	5
图表 6：半导体设备销售额区域分拆 .....	6
图表 7：LED 芯片的产值（亿） .....	7

图表 8: MOCVD 保有量和新增数量 .....	7
图表 9: LED 芯片成本 .....	7
图表 10: LED 灯泡价格 .....	7
图表 11: MoCVD 设备生产效率对比 .....	7
图表 12: MiniLED 与 MicroLED 区别 .....	8
图表 13: Micro LED 工艺流程 .....	8
图表 14: 世界主流厂商与中国厂商财务数据对比 .....	8
图表 15: 晶圆厂市占率 .....	9
图表 16: 世界前五大设备厂研发费用 (亿美金) .....	9
图表 17: 中国半导体市占率 .....	10
图表 18: 中国半导体自给率 .....	10
图表 19: 集成电路制造流程与设备占比 .....	10
图表 20: 半导体制程对于清洗设备的需求 .....	11
图表 21: 光刻机市场份额 .....	12
图表 22: 刻蚀设备市占率 2016 .....	13
图表 23: 原子层刻蚀市场趋势 .....	13
图表 24: 集成电路封测主要流程 .....	14
图表 25: 2017 主营业务分拆 .....	16
图表 26: 公司财务数据 .....	16
图表 27: 2017 年北方华创主营业务情况表 .....	17
图表 28: 2017 主营业务分拆 .....	18
图表 29: 公司财务数据 .....	18
图表 30: 2017 年长川科技主营业务情况表 .....	18
图表 31: 测试机 .....	19
图表 32: 分选机 .....	19
图表 33: 公司发展历程 .....	19
图表 34: 公司主要产品 .....	20
图表 35: 盈利预测 (股价截止到 2019 年 3 月 5 日) .....	21

## 1. 投资逻辑：行业自身成长+中国厂商进口替代

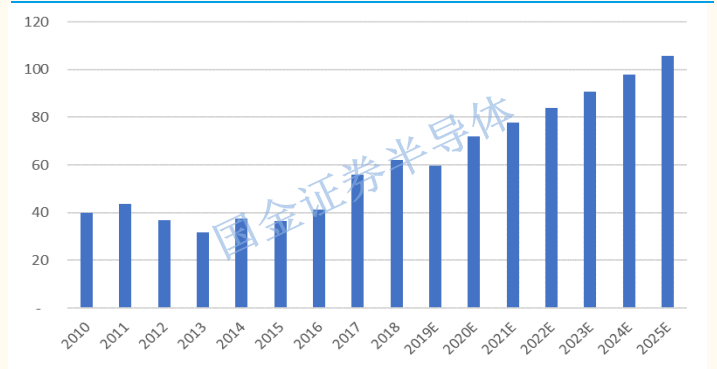
半导体设备行业处于半导体行业中上游，属于芯片制造厂和封测厂的供应商。整体行业景气度伴随着半导体周期而波动，虽然周期性比较明显，但如果从拉长时间轴看，半导体设备整体产值是向上的。全球 2018 市场规模达到 620 亿美金，同比增长 28.57%，预计未来七年复合成长 8%-10%

图表 1：半导体设备产业链



来源：国金证券研究所

图表 2：半导体设备产值



来源：SEMI 国金证券研究所

### 投资逻辑之一：行业自身成长

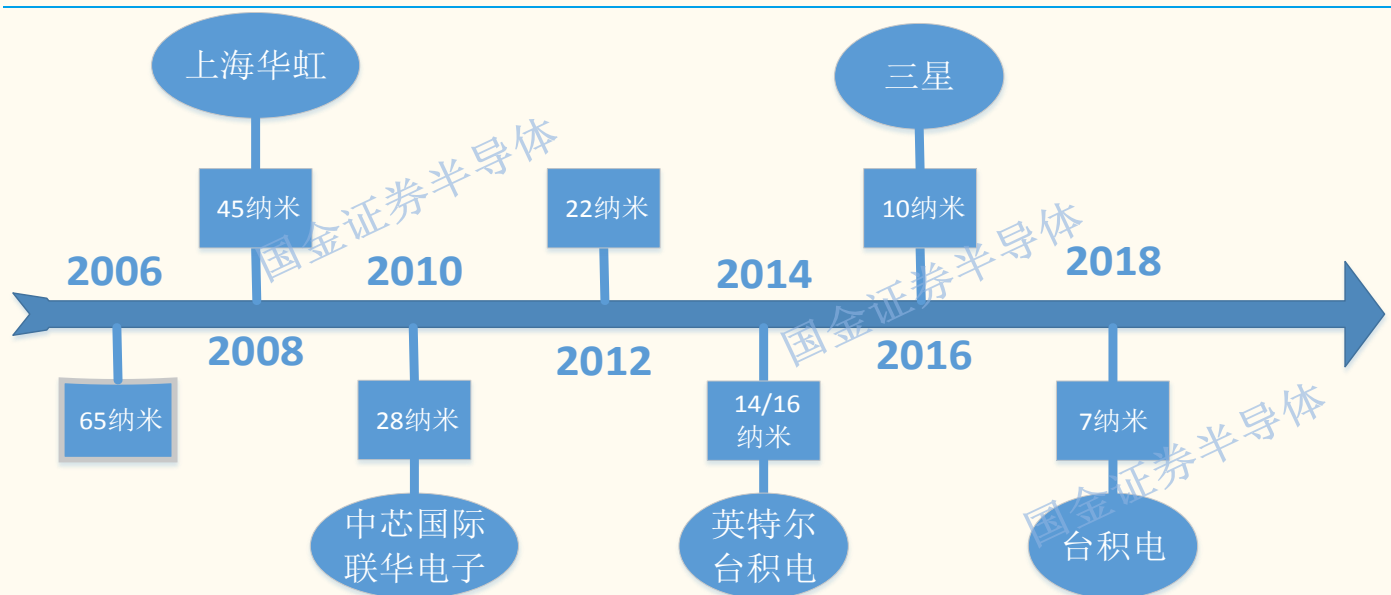
半导体设备整体需求来源于泛半导体领域，即集成电路、LED 芯片等子方向均对半导体设备有不同方面的需求。

#### 1.1. 集成电路设备成长动力：先进制程+新晶圆厂投产

集成电路设备的需求 1：先进制程的推进。

集成电路行业的发展史就是芯片先进制程的发展历史。从 1960s 开始集成电路商用化以来，制程从 10um 到最新的 7nm，大约基本每 5 年左右半导体制程提升一代，每一代的性能与功耗都会大幅度提升。制程提升的动力就是下游电子行业的对于算力的需求的不断提高。

图表 3：近十年半导体先进制程



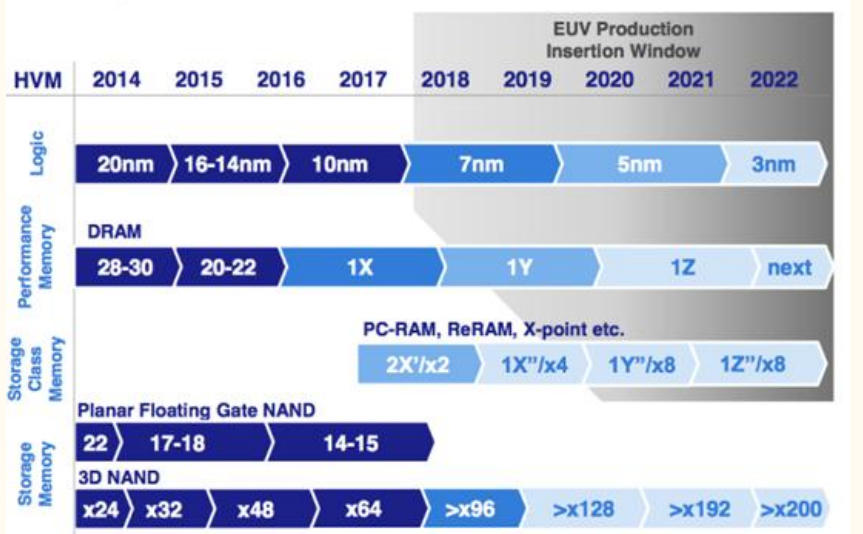
来源：国金证券研究所

集成电路新的制程工艺需求更新的半导体设备。但需要注意的是即便制程更新换代，并不是所有步骤的机器都需要更换，只有最关键的步骤才需要更新。

以最贵的设备极紫外光刻机（EUV）为例说明先进制程对于半导体设备的拉动：

晶片在从空白硅片到填满上亿个晶体管的过程中，需要经过很多个步骤，而其中很多步骤都需要经过光刻工艺。而光刻机就是实施光刻的关键。在 14nm 工艺及以上制程，193nm 沉浸式光刻机可以满足需求。但到了 14nm 制程以后，传统的光刻机遇到技术瓶颈，需要采用极紫外光刻机。极紫外光刻机（EUV）以波长为 13.5 纳米的极紫外光作为光源的光刻技术，目标市场是先进制程 7nm 工艺。而机器单价也升到 1 亿欧元。

图表 4：光刻机发展路径



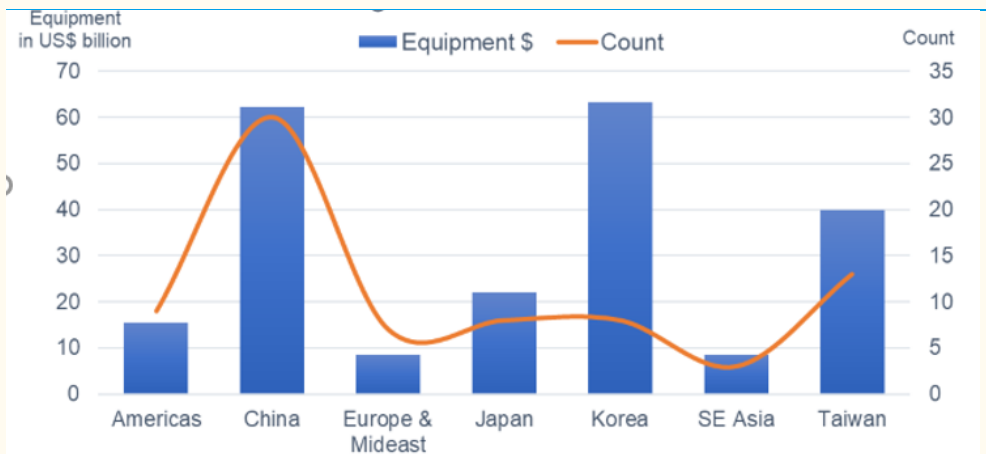
来源：ASML 国金证券研究所

结论：如果摩尔定律没有终结，那么半导体设备的需求仍会增长，从目前发展来看，到 2025 年内摩尔定律仍会延续，半导体设备还有很大的发展空间。

集成电路设备的需求 2：晶圆厂新厂建设速度加快，大部分在中国

半导体晶圆厂新开工数量也直接影响设备的需求。从 2017 年开始，亚洲国家开始大面积投入晶圆厂建设，主要中国 30 家、韩国 30 家、台湾地区 20 家左右，一个厂建设周期约为 2-3 年，对应整体对于半导体设备需求约为 200 亿美元，对于半导体设备需求明显。

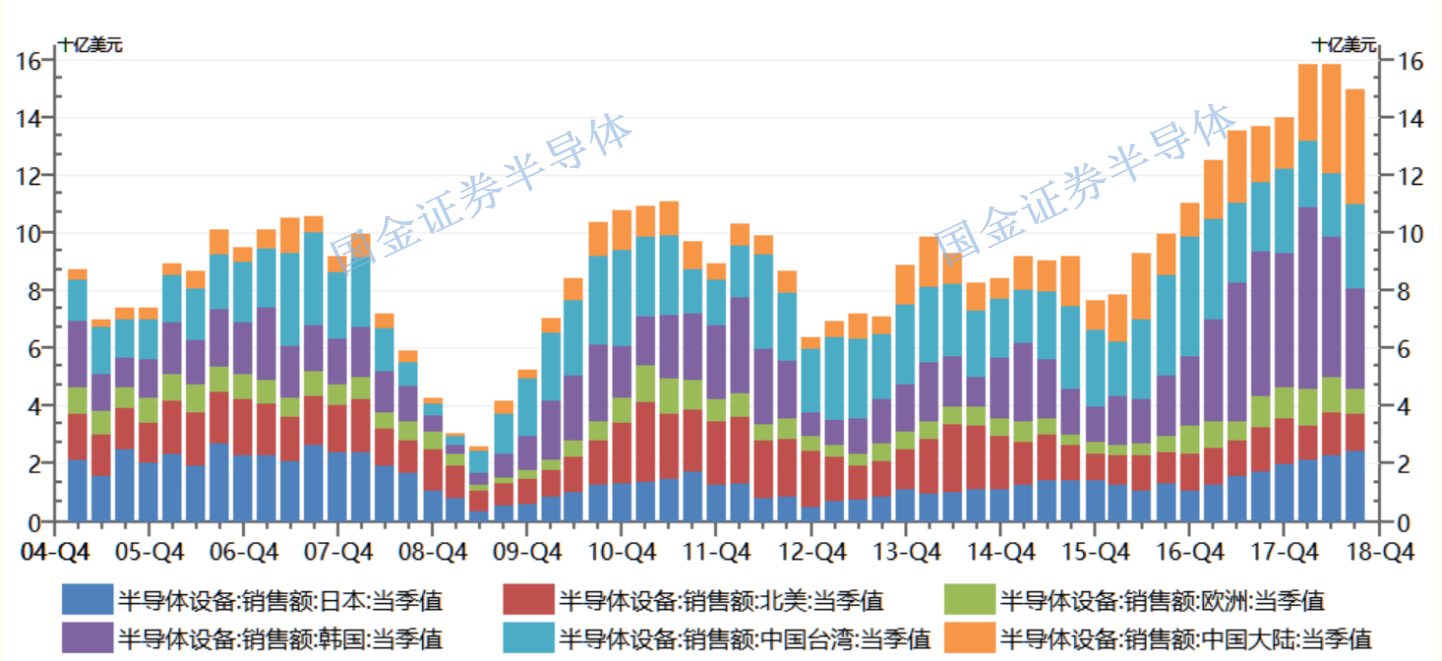
图表 5：2017-2020 新建晶圆厂分布



来源：Semi, 国金证券研究所

从下图可以看出，半导体销售额中中国占比逐步提高，从 2013 年的 15% 提升到 2018 年的 27%，由于晶圆厂占比的原因，预计未来中国市场占设备领域市场份额仍会稳步增加。

图表 6：半导体设备销售额区域分拆



来源：Wind 国金证券研究所

## 1.2. LED 芯片行业设备成长动力：LED 芯片应用扩大+行业生产效率提升

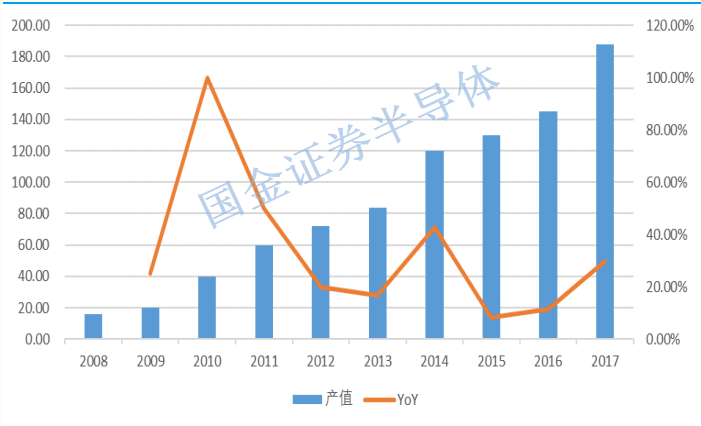
泛半导体领域第二个对设备需求较大的是 LED 芯片行业。LED 产业链包括衬底制作、外延生长、芯片制造、封装和应用五个主要环节，其中 LED 外延生长和制造环节是 LED 行业关键步骤。目前外延片制造主流设备为 MOCVD（金属有机化学气相沉积法）。

以下以 MOCVD 为例分析 LED 对于设备的拉动：

LED 行业对于设备的需求由两方面拉动：1) 扩产 2) 技术更新

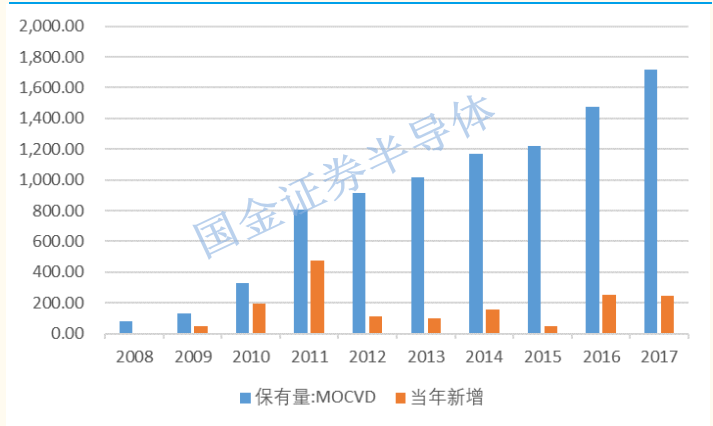
首先，下游 LED 芯片厂商扩产直接拉动设备商需求。生产 LED 芯片主要设备为 MOCVD。由下图可看出，全球 LED 芯片产值在 2010 年、2014 年、2017 年左右同比增速达到波峰，MOCVD 出货量相对提前一些，但也符合 LED 芯片产值波动，在以上三个年份亦为周期顶点。

图表 7: LED 芯片的产值 (亿)



来源: wind 国金证券研究所

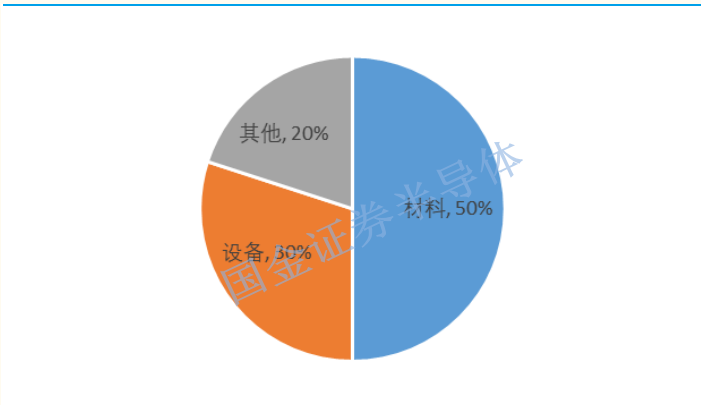
图表 8: MOCVD 保有量和新增数量



来源: wind 国金证券研究所

其次, 技术更新对于生产成本的优化至关重要。LED 芯片材料带动成本下降的空间较少, 主要靠技术进步驱动成本下降, 故此各大 LED 厂商均大力投入技术研发。LED 行业是重资产行业, 设备折旧约占芯片成本的 30%, 从历史来看, LED 芯片单位价格持续降低, 这与设备更新是分不开的。

图表 9: LED 芯片成本



来源: 国金证券研究所

图表 10: LED 灯泡价格



来源: wind 国金证券研究所

对比 MOCVD 设备技术参数也可以看出, 上市时间相隔 8 年的设备生产效率提升了 140%。LED 芯片厂商如果要想保持自己的成本竞争力, 必须不断投资新设备。

图表 11: MoCVD 设备生产效率对比

厂商	设备型号	生产效率 (4寸片/炉)	设备上市时间
VeeCO	K465	34	2008
中微半导体	A7	14	2016

来源: 国金证券研究所

第三, 下一代显示技术的推动对于新设备有需求。市场上对室内显示产品显示效果的不追求, LED 产品不断往更小的间距发展。追求高解析度已经成为行业发展和进步的一个重要方向。在继普通 LED 显示屏以后, 小间距显示屏 (间距 250um), **MiniLED**(间距 100um), **MicroLED**(间距小于 100um)将逐步走上商业舞台。

图表 12: MiniLED 与 MicroLED 区别

	mini-LED	micro-LED
尺寸 (微米)	100-200	<100
用途	LCD 背光	自发光显示
特点	高动态范围, 节约电能, 轻薄	高对比度, 高效率, 高分辨率, 快速反应时间
应用	LCD 背光-从小到大的 LCD 板	显微投影显示, 显示尺寸由小到大

来源: 国金证券研究所

从先后顺序来看, 2019 年消费者有望最先看到搭载 Mini LED 背光的终端产品。Mini LED 背光应用所采用的 LED 颗数用量要比传统 LED 背光多 50 倍以上, 从笔记本电脑约 8,000 颗, 到 65 英寸电视用量约 10 万到 30 万颗。下游应用主要以智能手机、电视等消费电子显示设备为主。与 MiniLED 竞争的主要对手是 OLED。

若 MiniLED (预计 2019 年底) 与 MicroLED 开始普及, 对于 LED 芯片的绝对产量需求将大大提高。同时也必将提高相关工艺设备需求, 如薄膜工艺设备 MOCVD。

图表 13: Micro LED 工艺流程



来源: LEDInside 国金证券研究所

投资逻辑之二: 中国厂商进口替代空间广阔

半导体设备整体市场呈现两个特点: 1) 规模增长稳定。2) 集中度进一步提高。

目前全球半导体设备市场巨大, 2018 年半导体整体设备市场约为 620 亿美金。主要厂商由 Applied Materials (美)、ASML (荷兰)、东京电子、KLA (美) 等国外厂商占据。

图表 14: 世界主流厂商与中国厂商财务数据对比

公司	2016			2017			2018		
	营收 (十亿\$)	市占率	毛利率	营收 (十亿\$)	市占率	毛利率	营收 (十亿\$)	市占率	毛利率
Applied Materials	10.83	25.77%	41.67%	14.54	26.93%	44.93%	17.25	27.51%	45.31%
Lam Research	5.89	14.01%	44.49%	8.01	14.84%	44.97%	11.08	17.67%	46.62%
Tokyo Electron	5.91	14.07%	40.25%	7.20	14.10%	40.30%	10.62	16.94%	42.01%
ASML	7.71	18.35%	44.81%	7.19	14.00%	45.03%	10.94	17.45%	45.97%
KLA-Tencor	2.98	7.10%	61.02%	3.48	5.50%	63.00%	4.04	6.44%	64.13%
北方华创	0.24	0.45%	39.73%	0.33	0.61%	36.59%	0.5	0.80%	
长川科技	0.02	0.03%	59.67%	0.03	0.05%	57.10%	0.03	0.05%	



来源: wind 国金证券研究所

半导体设备厂商集中度进一步提高。集中度提高的原因在于:

1) 下游 foundry 厂集中度提高。从下表可以看出, 前八名晶圆厂 2017 年市占率为 88%, 比 2015 年提高了一个百分点。下游客户的集中提高势必造成供应链压缩。

图表 15: 晶圆厂市占率

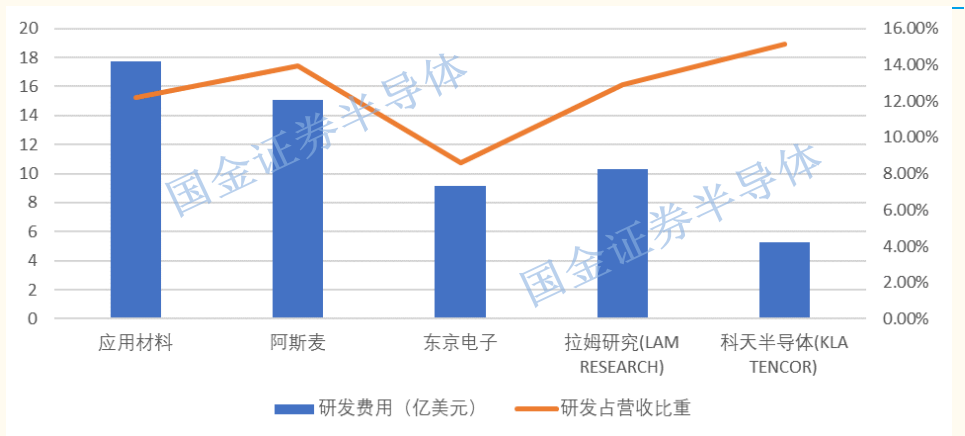
2017 Rank	2016 Rank	Company	Foundry Type	Location	2015 Sales (\$M)	2016 Sales (\$M)	2016/2015 Change (%)	2017 Sales (\$M)	2017/2016 Change (%)
1	1	TSMC	Pure-Play	Taiwan	26,574	29,488	11%	32,163	9%
2	2	GlobalFoundries	Pure-Play	U.S.	5,019	5,495	9%	6,060	10%
3	3	UMC	Pure-Play	Taiwan	4,464	4,582	3%	4,898	7%
4	4	Samsung	IDM	South Korea	2,670	4,410	65%	4,600	4%
5	5	SMIC	Pure-Play	China	2,236	2,914	30%	3,101	6%
6	6	Powerchip	Pure-Play	Taiwan	1,268	1,275	1%	1,498	17%
7	8	Huahong Group*	Pure-Play	China	971	1,184	22%	1,395	18%
8	7	TowerJazz	Pure-Play	Israel	961	1,250	30%	1,388	11%
—	—	Top 8 Total	—	—	44,163	50,598	15%	55,103	9%
—	—	Top 8 Share	—	—	—	87%	—	88%	—
—	—	Other Foundry	—	—	6,597	7,112	8%	7,207	1%
—	—	Total Foundry	—	—	50,760	57,710	14%	62,310	8%

\*Includes Huahong Grace and Shanghai Huaili.

来源: IC insights, Eenevsanalog, 国金证券研究所

2) 集成电路设备研发投入高, 非头部企业难以承受。半导体制程进入 28nm 以后, 需要的设备复杂度呈指数提升。主流半导体设备企业的研发费用以亿美金来计。

图表 16: 世界前五大设备厂研发费用 (亿美金)



来源: wind 国金证券研究所

中国设备厂商发展空间大。由于中国半导体公司起步时间较晚, 晶圆制造环节薄弱 (中芯国际仅仅占全球制造不到 5% 市场份额), 导致晶圆厂相关设备配套公司发展较慢, 目前在设备领域市占率极低 (小于 3%)。但这也正是中国设备公司的发展机会。

图表 17：中国半导体市占率



来源：semi 国金证券研究所

图表 18：中国半导体自给率



来源：semi 国金证券研究所

### 投资逻辑之三：科创板主打硬核科技，半导体设备公司直接受益

科创板是落实创新驱动和科技强国战略、推动高质量发展的重大改革举措，重点支持半导体、新一代信息技术、高端装备、新能源、节能环保以及生物医药等高新技术产业和战略性新兴产业，推动互联网、大数据、云计算、人工智能和制造业深度融合。

半导体设备作为硬核科技的代表，长期来看公司的发展离不开资本市场的支持，短期也对板块的估值有提升效应。

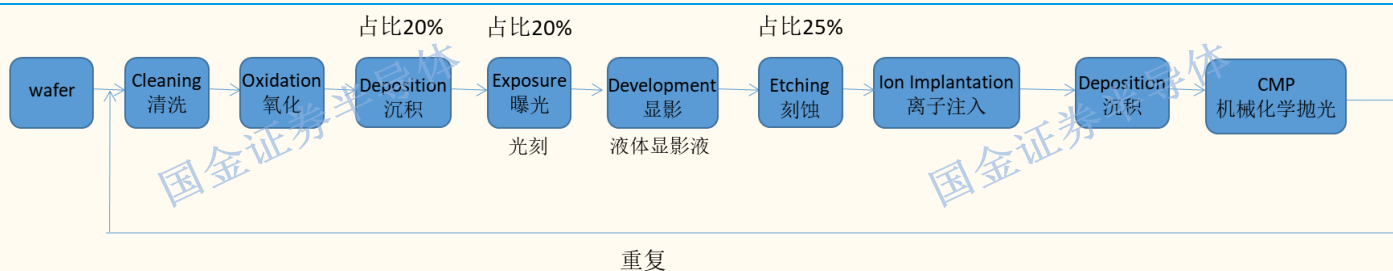
## 2. 半导体主流设备分析

下面我们将选择制造环节主流设备中我国公司部分实现进口替代或有望实现进口替代加以分析。

### 半导体制造相关设备

半导体制造环节的设备种类繁多，综合了物理、化学、工程、材料等一系列学科，难度很高。下图为半导体制造主要流程：

图表 19：集成电路制造流程与设备占比



来源：国金证券研究所

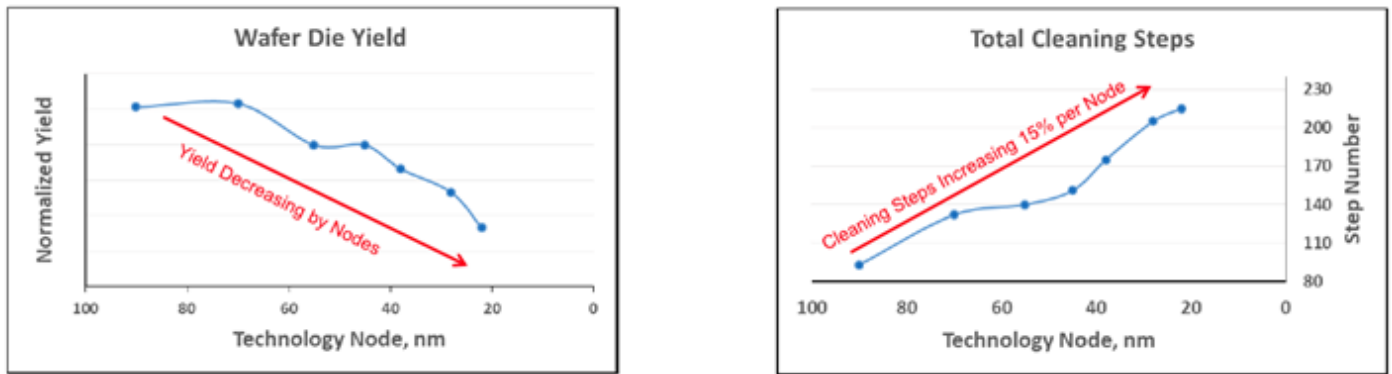
### 1. 晶圆清洗 (wafer Cleaning)

**作用：**晶圆上极小的灰尘也会影响集成电路的功能。故此在正式制造芯片之前与芯片制造过程中，需要去除的污染主要包括颗粒、化学残留物等。涉及到的有物理清洗（超声震动、刷洗等）与化学清洗（清洗液）。

**未来发展趋势：**制造芯片过程中清洗晶圆是重要的步骤，一般来说清洗步骤占全部工艺的 30%。随着先进制程的推进，需要清洗的步骤越来越多，比如 20nm 的 DRAM 工艺需要多达 200 个清洗步骤。3D 芯片也会带动清洗设备需求。随着 3D 芯片越来越多，比如 3D NAND 存储器，新的芯片架构会对清洗设备有更高的要求。并且随着 12 寸硅片的普及，硅片清洗要求越来越高，工艺复杂度也越大。清洗直接影响良率，良率对于晶圆厂利润影响很大。为了提高良率，清洗步骤数量需要提高。例如对于 10 万片月产能的 DRAM 厂，每一

个百分点的良率会影响每年 3000 万~5000 万美金的净利润。

图表 20：半导体制程对于清洗设备的需求



来源：盛美半导体，国金证券研究所

**设备：**槽式清洗机（比例逐步减少）、单圆片清洗机（逐步代替槽式清洗机）

**国外厂商：**迪恩士(日)、东京电子（日）、Lam Research（美）。以上三家市占率超过 70%。

**中国厂商：**盛美半导体。

## 2. 氧化（Oxidation）

**作用：**在晶圆上生成一层薄二氧化物层（二氧化硅），用于绝缘或者后续离子注入。硅材料在形成二氧化硅的过程中有天生的优势，这也是硅能大面积用于芯片材料的一个原因。

目前我国设备主要用于小于 150mm 的低端制造领域，300mm 的产线主要依赖进口。

**国外厂商：**东京电子、日立国际

**中国厂商：**北方华创、中电科 48 所。

## 3. 薄膜沉积（Film Deposition）——占晶圆制造 20%

**作用：**使某些特定材料以一层薄膜的形式附着于衬底的过程叫做薄膜沉积。可分为物理气相沉积（PVD，利用蒸发或者离子轰击溅射形成薄膜）与化学气相沉积（CVD，通过各种反应气体进行化学反应形成薄膜）。MOCVD 系统最关键的问题就是保证材料生长的均匀性和重复性。

薄膜沉积是**半导体制造的重点设备，设备复杂度高，使用率高**。一台先进的薄膜沉积设备售价可达千万人民币以上。

**行业发展趋势：**薄膜沉积设备的创新伴随着半导体制程的发展。由于不同线宽工艺的改进，薄膜沉积设备也在不断更新。例如，在亚微米时代，主要采用低压化学气相沉积；到了 90nm 时代，等离子气相沉积逐步得到应用；28nm 及以下时代，HKMG（High K Metal Gate）工艺逐步普及，线宽变小，薄膜变的更薄，原子层沉积（Atomic Layer Deposition）开始普及。

2018 年全球薄膜沉积市场规模约为 120 亿美金，未来 5 年有望以 CAGR=10% 的速度增长。PVD 领域，应用材料市占率超过 70%，优势明显；CVD 领域，东京电子占据月 38% 的市场份额，后面依次是应用材料与拉姆。

中国厂商在金属有机化学气相沉积设备（MOCVD，Metal Organic Chemical Vapor Deposition）领域有所突破。MOCVD 主要用于 III-V 族（GaAs、GaN）化合物半导体材料，故此在光电子领域有较多应用。作为生产 LED 芯片的关键设备，MOCVD 设备市场一直为欧美企业所垄断，我国厂商中微半导体在 MOCVD 上自主研发，突破国外技术封锁，估计中微半导体 2018 年蓝绿光 MOCVD 出货量占比超过 60%。

应用：逻辑电路、存储器、先进封装、LED、微机电系统 MEMS、功率半导体、平板显示等。

国外厂商：应用材料（美）、LAM research（美）、ASML（荷）、东京电子（日）、Aixtron（德）、Veeco（美）

中国厂商：中微半导体、北方华创、沈阳拓荆、中晟光电

#### 4. 曝光（Exposure）——占晶圆制造 20%

作用：使用特定波长的光（例如极紫外光）对覆盖衬底的光刻胶进行选择性地照射。光刻胶中的感光剂会发生光化学反应，从而使被照射区域（感光区域）化学成分发生变化。这些化学成分发生变化的区域，在下一步的能够溶解于特定的显影液中。

设备：光刻机

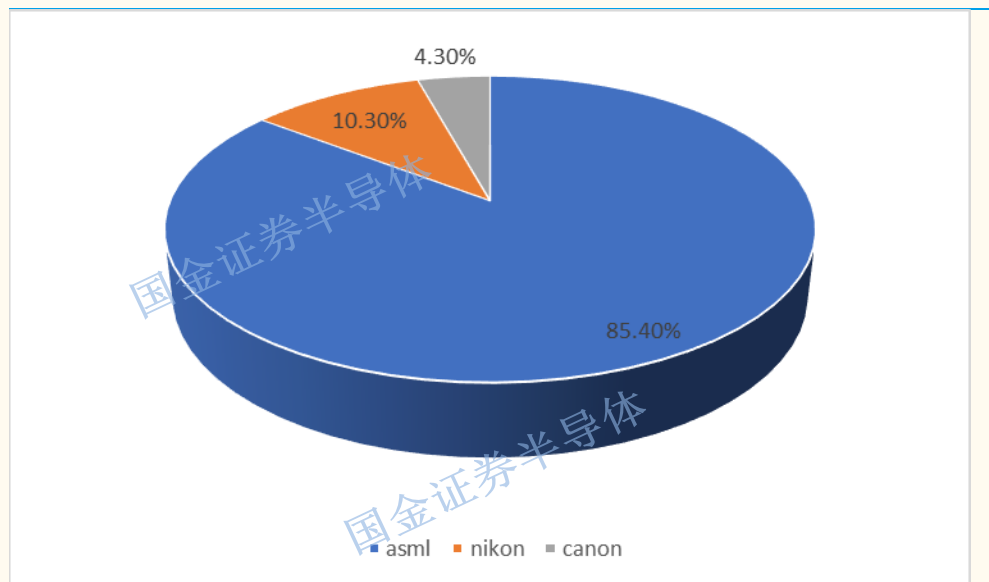
行业发展趋势：光刻 IC 制造环节核心工艺，也是技术难度最高的一步。衡量光刻机的参数主要有分辨率和产出率。光刻机的发展历史也就是就集成电路制程的发展史。整体行业市场规模预计 120 亿美金，在最新光刻机市场中，ASML 一家独大，其他厂商逐步掉队，中国厂商在这方面技术储备较弱，暂时没进入先进制程领域。

- 接触式光刻机：20 世纪 60 年代开始应用，用于微米级制程
- 投影光刻机：20 世纪 60 年代开始逐步代替接触式光刻机。
- 步进扫描光刻机：20 世纪 90 年代开始应用，一直沿用至今。其中浸没式光刻机以及极紫外光刻机（EUV）也是步进式光刻机的一种。

浸没式光刻机：应用于 45nm 以下主要下工艺，即在镜头与晶圆中间充满液体，提升成像系统有效数值孔径。

极紫外光刻机：主要应用于 7nm 以下制程，采用 10-14nm 极紫外光作为曝光光源。是最先进的光刻机，单价超过 1 亿欧元，目前只有 ASML 公司提供，年出货量约 20 台左右。

图表 21：光刻机市场份额



来源：Gartner 国金证券研究所

国外厂商：ASML（荷）、尼康（日）

中国厂商：上海微电子

#### 5. 显影（Development）

作用：在曝光过程结束后加入显影液，上一步被紫外光照射的区域会溶解于显

影液中。这一步完成后，光刻胶层中的图形就可以显现出来。主要需要显影液。

## 6. 刻蚀 (Etch) ——占晶圆制造环节 25%

**作用：**用物理或者化学方法腐蚀处理掉上一步中暴露的区域。主要分为干法刻蚀与是湿法刻蚀两种。

- 干法刻蚀：一般指用等离子体轰击介质表面进行刻蚀,故又称为等离子体刻蚀。按照被刻蚀材料的种类分为硅刻蚀、金属刻蚀、和电解质刻蚀。
- 湿法刻蚀：指用化学液体进行刻蚀，例如氢氟酸。

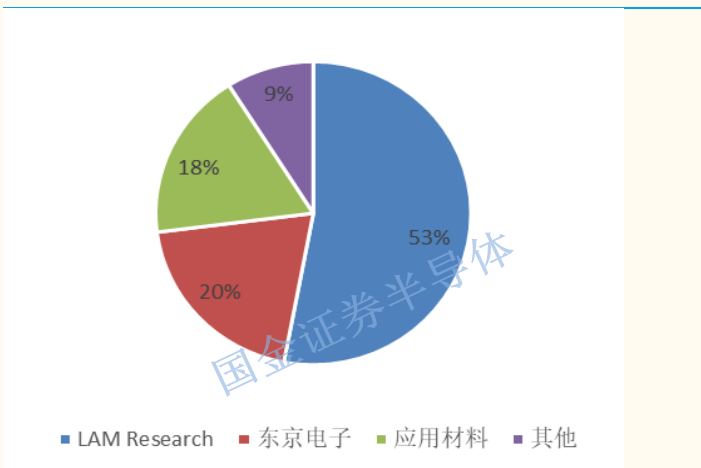
**设备：**刻蚀机

**行业发展趋势：**由于集成电路架构越来越复杂，对于刻蚀工艺的需求越来越高。故此刻蚀是各种设备中用途极为广泛，并且复杂度较高的设备。主要以美国、日本厂商设备为主。主要应用为逻辑电路、3D nand、先进封装(硅通孔 TSV)。由于精度的关系，干法刻蚀逐步代替湿法刻蚀。干法刻蚀目前占设备总销售额的比重约为 20%。

2018 年目前刻蚀设备市场规模行业现在约为 155 亿美金，集成电路复杂度逐步提高，预计未来 5 年刻蚀的市场增速将超过半导体设备平均增速，或将达到 15%。

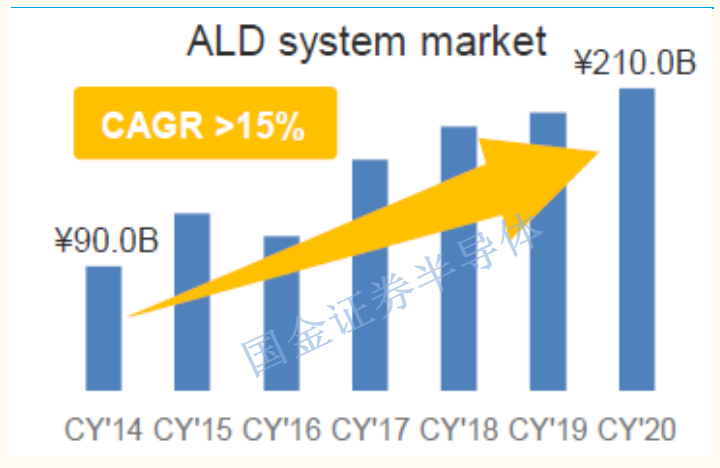
刻蚀领域最新设备为原子层刻蚀 (ALE, Atomic Level Etch)，即用于去除超薄层的刻蚀技术，主要拉动力来源于芯片小型化以及 3D 芯片结构的需求。

图表 22：刻蚀设备市占率 2016



来源：Gartner VLSI Research 国金证券研究所

图表 23：原子层刻蚀市场趋势



来源：东京电子 国金证券研究所

**国外厂商：**Lam Research (美)、东京电子 (日)、Hitachi(日)

**中国厂商：**中微半导体 (介质刻蚀机、硅通孔刻蚀机)、北方华创 (硅刻蚀机)

## 7. 离子注入 (Ion Implantation)

**作用：**用具有一定能量的离子高速轰击硅衬底并注入，使得衬底具有半导体特性。

**行业概况：**目前主要依赖进口

**设备：**离子注入机

**国外厂商：**SPIRE (美)、AEA (英) 等

**中国厂商：**中电科 48 所、中信科电子装备集团

## 8. 化学机械抛光 (Chemical Mechanical Polisher)

**作用：**利用研磨液与研磨垫来抛光晶圆表面。

行业概况：国外厂商处于垄断地位，美国 ASML 公司约占 60% 市场份额。设备较为复杂，一般来说一台 CMP 售价约 300 万-400 万美金。

国外厂商：应用材料（美）、Ebara（日）等

中国厂商：天津华海清科、中电 45 所

### 工艺检测与封测相关设备

晶圆制造完工后，将进入工艺检测与封装测试环节。

**工艺检测行业趋势：**工艺检测设备是保证芯片良率的关键。芯片架构的复杂度提升以及 3D 芯片结构的根本性变化，对工艺检测设备提出了更高的要求。估计工艺检测设备占前端设备的 10% 左右，绝大部分市场被国外公司垄断。涉及到的主要设备有：

- 电子显微镜、薄膜检测、晶圆缺陷检测、X 射线检测、应力监测

**后端封测行业趋势：**相对于前端制造环节，后端封测设备复杂度略低，下图为半导体封测主要流程，主要分为探针检测、切割、芯片键合、引线键合、塑封、测试等主要步骤。

图表 24：集成电路封测主要流程



来源：国金证券研究所

### 9. 探针检测（wafer Probe）

作用：利用探针测试台与探针测试卡来测试晶圆上每一个芯片，以测试芯片的电气特性。一般包括探针测试台，探针测试机，探针测试卡三部分。

### 10. 切割机（Dicing）

作用：把晶圆切割成一粒粒的芯片。

行业概况：切割机主要分为两种，金刚石砂轮切割机与激光切割机。除了集成电路行业，切割机还广泛应用于 LED、面板、光伏电池等行业。在这个领域国外厂商占领了绝大部分市场份额。

国外厂商：Disco（日）、东京精密（日）

中国厂商：金刚石切割机(中电科装备集团、中电 45 所)、激光切割机（大族激光、华工激光）

### 11. 键合（Bonding）

作用：键合主要有芯片键合和引线键合两种。这两种设备在封装厂属于比较常用的设备，大多数封装工艺均会采用这两种设备。在这个领域国外厂商几乎占领了全部市场份额。

芯片键合（Die Bonding）：把裸片键合在基板（substrate）上，做后续封装。

引线键合（Wire Bonding）：用导线连接芯片与封装引脚。

芯片键合国外厂商：ASM（美）、BESI（荷兰）。引线键合国外厂商：ASM、K&S。中国厂商：暂无

### 12. 测试机

作用：对芯片施加输入信号，测试芯片功能和性能的有效性。

行业概况：随着集成电路参数项目越来越多，对测试成本的要求越来越高，因此，市场对测试机功能模块的需求、测试速度与测试精度要求越来越高（微伏、微安级精度）。一般来说，在设计验证和成品测试环节，测试机需要和分选机配合使用；在晶圆检测环节，测试机需要和探针台配合使用。在我国集成电路产业链结

构中，封装测试环节占比最高，对测试机和分选机的需求量较大，但设备主要依赖进口。

国外厂商：泰瑞达（Teradyne）（美）、爱德万（Advantest）（日）、科利登（Xcerra）（美）

中国厂商：长川科技

### 3. 行业内重点公司简介

#### 3.1. 中微半导体——硬核科技的代表

中微半导体设备（上海）有限公司成立于 2004 年 8 月，主营业务为半导体制造设备，预计将于 2019 年在科创板上市。我们认为中微半导体是为数不多的可以在集成电路设备细分领域和国外一流公司同台竞争的公司，全球超过 1100 个专利，是国产硬核科技公司的代表。

**核心竞争力：**优秀的管理团队+核心技术自主可控

**优秀的管理团队。**公司的董事长兼总裁、创始人尹志尧博士在硅谷有 20 多年的行业及经验积累，尹志尧博士曾在应用材料公司任职 13 年，曾担任公司副总裁、等离子体刻蚀设备产品事业群总经理、亚洲区采购副总裁、应用材料亚洲首席技术官等。公司核心创始团队也有硅谷海外工作经验。中微半导体凭借技术研发实力，不断研发新的产品，并逐步占领市场。在这背后，优秀的管理团队是公司能够持续不断推出新产品的原因。

核心团队成員还包括：

- 杜志游博士：现任中微资深副总裁，主导制定了所有项目运营流程，包括公司生产运营策略、全球物料运营基础设施、信息技术系统和 ERP（企业资源计划）项目执行等。加入中微之前，杜志游博士曾担任梅特勒-托利多仪器（上海）有限公司总经理、宝钢普莱克斯实用气体有限公司总经理。
- 朱新萍：副总裁暨大中华事业群总经理。加入中微之前，他曾担任台湾应用材料公司（Applied Materials）高级经理一职。之前他曾在华邦电子（Winbond）和台湾世大集成电路（WSMC）工作，主要负责程序开发和产量提高。
- 陈伟文：中微首席财务官。在加入中微公司之前，陈伟文先生在一家纳斯达克上市公司、同时也是世界上最大的太阳能公司之一——阿特斯太阳能有限公司任首席财务官。
- 倪图强博士：倪图强博士在中微担任副总裁暨刻蚀设备产品事业群副总经理。他主要领导用于高端电介质刻蚀的 Primo D-RIE 和 Primo AD-RIE 设备的研发和项目管理。加入中微之前，他曾在 Lam Research 公司新产品部门担任主要技术专家，并是 Lam2300 系列刻蚀产品的发明者之一。

**核心技术自主可控。**公司成立之初就有合作的律师事务所专注 IP 信息收集与保护。与美国应用材料官司和解、与 Lam 公司在台湾官司胜诉、与 Veeco 官司和解等，这些有关知识产权的国际诉讼无一失败的前提是扎实的自主知识产权。

美国政府于 2015 年将刻蚀设备从出口管制清单里删除就是因为 AMEC 能够生产出具有自主知识产权的刻蚀设备，并进入国际一流晶圆厂。2017 年美国 PCAST（美国总统科学技术咨询委员会）给总统的报告里面提到的唯一一家中国公司是中微半导体。

**公司主打产品有：**

- 刻蚀机：中微的刻蚀设备是半导体制造前端多用的介质等离子体刻蚀与硅刻蚀。等离子体刻蚀机已经全面进入亚洲先进主流生产线，用以加工 65 纳米，40 纳米以及 28 纳米以下制程的半导体器件。
- MOCVD：公司已经成功研发 MOCVD 并进入上游 LED 核心厂商，

2018 年一季度累计出货量已经达到 100 腔。我们预计公司 2018 年在蓝绿光 MOCVD 的出货量超过 60%。

**下游客户：**

- 台积电、中芯国际等一流晶圆厂

**投资逻辑：**

半导体设备投资期限需长久：

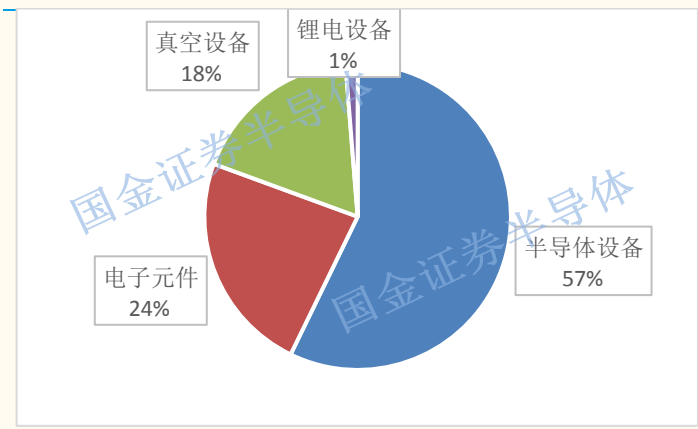
- 1) 半导体制造设备是技术难度最高的技术设备。纵观国外一流设备大厂，很多是伴随半导体行业发展而成长起来，自身历史超过 50 年以上，例如应用材料成立于 1967 年，ASML 成立于 1984 年。中微半导体作为后起之秀能批量进入台积电一流产线，实属不易。
- 2) 半导体行业本身周期性明显期有波动，作为产业链一环的设备厂也必然遵循周期属性。但半导体制造设备行业门槛较高，公司护城河较宽，我们仍认为中微半导体凭借优秀的管理团队+自主核心技术，具有成长为世界巨头级公司的潜力，长期看好。

**3.2. 北方华创——A 股半导体设备公司稀缺标的**

公司成立于 2001 年，总部位于北京，是一家以电子工艺装备和电子元器件为主营业务的高科技企业，由七星电子和北方微电子战略重组而成，是目前国内集成电路高端工艺装备的领先企业。

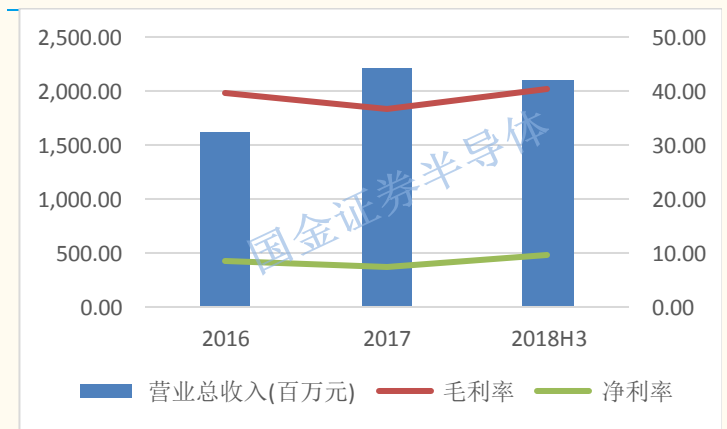
股权结构：公司目前最大股东为北京七星华电科技集团有限公司，持股占比为 38.90%，北京国资委为实际控制人。

图表 25：2017 主营业务分析



来源：同花顺 国金证券研究所

图表 26：公司财务数据



来源：同花顺、国金证券研究所

公司目前已形成半导体装备、真空装备、新能源锂电装备和高精密电子元器件四大业务板块，其中半导体设备已经占据了一半以上的收入达到 57%，毛利润占比也接近 50%。



**图表 27：2017 年北方华创主营业务情况表**

	营业总收入(百万元)	营业收入占比	毛利率	毛利润(百万元)	毛利润占比
半导体设备	1,133.85	51.59%	35.37%	401.02	49.51%
电子元件	762.90	34.71%	43.72%	333.51	41.17%
真空设备	200.84	9.14%	27.97%	56.17	6.93%
锂电设备	100.42	4.57%	19.23%	19.31	2.38%

来源：同花顺、国金证券研究所

### 核心看点：受益于半导体设备国产化机遇

中国本土晶圆厂的兴建对公司提供了发展机遇。公司 IC 设备主要客户为中芯国际、华虹半导体等国内 IC 制造公司，新兴晶圆厂如合肥长鑫、长江存储等亦能增加公司成长动能，公司未来直接受益半导体国产化浪潮。

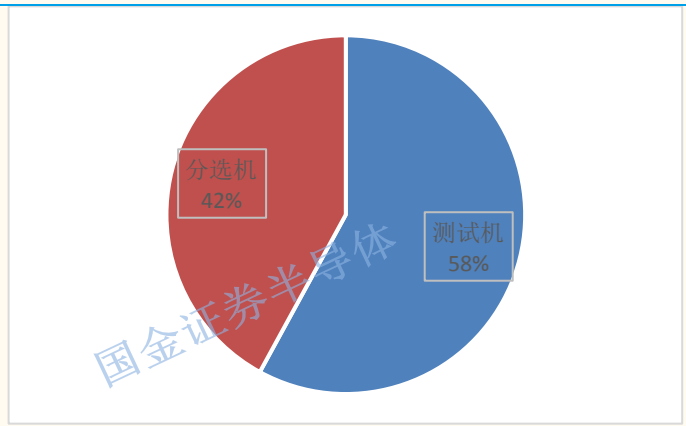
公司目前主要设备有：

- 刻蚀机、物理气相沉积 (PVD)、化学气相沉积 (CVD)、氧化炉、扩散炉、清洗机及气体流量计 (MFC) 等 7 大类半导体设备及零部件，
- 在集成电路领域，由公司自主研发的 14nm 等离子硅刻蚀机、单片退火系统、LPCVD 已成功进入集成电路主流代工厂；28nm Hardmask PVD、Al-Pad PVD 设备已率先进入国际供应链体系；12 英寸清洗机累计流片量已突破 60 万片大关。
- 在先进封装领域，刻蚀机和 PVD 设备、TSV 刻蚀设备已在全球主要先进封装企业中得到了广泛应用。
- 在 LED 领域，ELEDE 系列刻蚀机自 2010 年面市以来销售量已经超过两百余台，其中氮化镓刻蚀机在 2014~2016 连续三年新增市场占有率达到 80% 以上，出货量遥遥领先；PSS 刻蚀机一直是全球主流 PSS 厂家的主要机台，目前为止国内规模超卓的中图半导体公司已累计采购该机型近百台，对市场起到了有力的表率作用；在技术上一举打破了多年来本土设备商只能处于追随状态的坚冰局面！而同样面向 LED 芯片制造的 EPEE550 系列 PECVD 自推向市场以来，一直保持着新增市场占有率 80% 以上的市场业绩，稳居市场前沿。
- MEMS 及新兴市场，深硅刻蚀设备客户安装量超过百台以上。
- 在光伏制造领域，负压扩散炉目前已成为市场主流产品；晶硅电池线的大部分关键生产设备如在线湿法刻蚀机、槽式单晶制绒机、卧式扩散炉、PECVD 等设备均已实现了进口替代。
- 在平板显示领域，公司是国内 TFT-LCD 生产线的骨干设备供应商，多种产品在客户 G5 至 G10.5 各个世代 TFT-LCD 生产线及 OLED 生产线上批量应用；CELL 段的 ODF 工艺紫外固化炉 UV Cure 以及 Cutting 工艺的 Grind Cleaner 等设备均在各世代生产线占据重要份额。

### 3.3. 长川科技

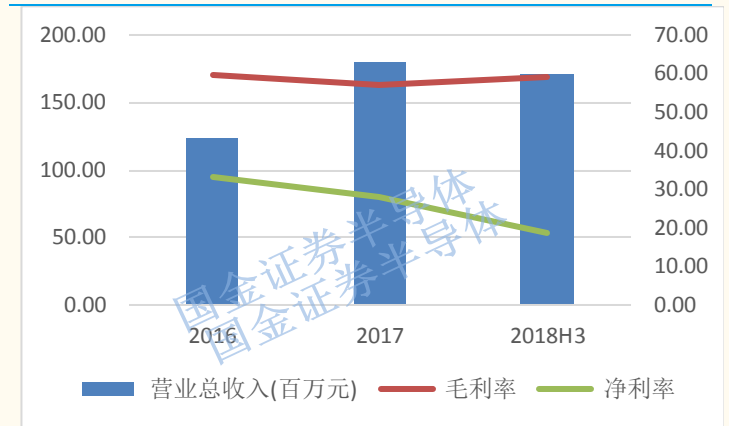
公司成立于 2008 年，总部位于杭州。主要从事集成电路专用设备的研发、生产和销售，主要包括集成电路**测试机和分选机**。股权结构：公司目前最大股东为赵轶，持股占比为 28.26%，为实际控制人。

图表 28：2017 主营业务分析



来源：同花顺 国金证券研究所

图表 29：公司财务数据



来源：同花顺、国金证券研究所

公司以自主研发为主，目前的产品主要有两种，测试机和分选机，其中测试机占据一半以上的收入达到 57.96%。

图表 30：2017 年长川科技主营业务情况表

	营业收入(百万元)	营业收入占比	毛利率	毛利润(百万元)	毛利润占比
测试机	77.66	44.85%	76.66%	59.54	60.36%
分选机	95.48	55.15%	40.95%	39.10	39.64%

来源：同花顺、国金证券研究所

**核心看点：受益于中国厂商在封测领域市场份额的提升**

公司主营在后端封测领域，受益于全球封测向亚洲转移趋势。目前公司下游客户主要为三大封测厂，虽然在测试机方面以国外厂商主导，公司有逐步提高市占率趋势。中国厂商在封测领域较为成熟。在半导体产业链中，设计——制造——封测，中国公司在封测领域的市占率最高，按营收排列，前十名封测公司中国占三家，分别为长电科技、通富微电、华天科技。中国本土封测领域成长大于全球平均成长。

公司主要客户：华天科技、长电科技、通富微电、士兰微

产品分析：

**测试机：**由于集成电路参数项目越来越多，如电压、电流、时间、温度、电阻、电容、频率、脉宽、占空比等，对测试机**功能模块**的需求越来越多；②客户对集成电路测试精度要求越来越高（微伏、微安级精度），如对测试机钳位精度要求从 1%提升至 0.25%、时间测量精度提高到微秒级，对测试机**测试精度**要求越趋严格；③随着集成电路应用越趋于广泛，需求量越来越大，对测试成本要求越来越高，因此对测试机的**测试速度**要求越来越高（如源的响应速度要求达到微秒级）；④集成电路产品门类的增加，要求测试设备具备通用化软件开发平台，方便客户进行二次应用程序开发，以适应不同产品的测试需求。

**分选机：**由于集成电路的小型化和集成化特征，分选机对**自动化高速重复定位**控制能力和测压精度要求较高，误差精度普遍要求在 0.01mm 等级；②分选机的批量自动化作业要求其具备**较强的运行稳定性**，例如对 UPH（每小时运送集成电路数量）和 Jam Rate（故障停机比率）的要求很高；③集成电路封装形式的多样性要求分选机具备对不同封装形式集成电路进行测试时能够快速切换的能力，从而形成较强的柔性化生产能力及适应性；④集成电路测试对外部测试环境有一定要求，例如部分集成电路测试要求在-55—150℃的多种温度测试环境、无磁场干扰测试环境、多种外场叠加的测试环境中进行，如何给定相应的

测试环境是分选机技术难点。

图表 31：测试机

产品类别	图示	应用领域
大功率测试机		用于各类 MOS 管、三极管、二极管、IGBT 等功率器件的电参数性能测试。
模拟/数模混合测试机		用于各类模拟集成电路（运放、功放、电源管理、驱动电路等）和数模混合类集成电路（数字 IC、AD/DA 等）的电参数性能测试。

来源：公司公告 国金证券研究所

图表 32：分选机

产品类别	图示	应用领域
重力下滑式分选机		采取管到管或管到卷带进出料方式，适用 SOP/TSSOP/SSOP/HSOP/QSOP/DIP/TO 等封装外型集成电路的自动分选。
平移式分选机		采取盘到盘或盘到卷带进出料方式，适用 QFP/QFN/LQFP/PLCC/SOP/TSOP/BGA/PGA/LGA 等封装外型集成电路的自动分选。

来源：公司公告 国金证券研究所

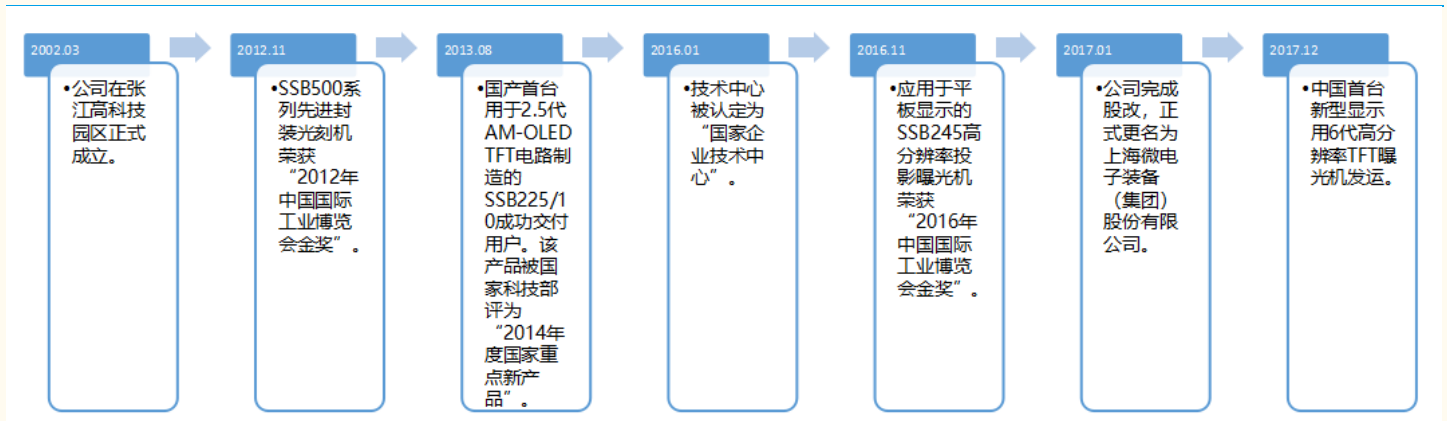
### 3.4. 上海微电子

上海微电子装备(集团)股份有限公司(简称 SMEE)主要致力于半导体装备、泛半导体装备、高端智能装备的开发与制造。公司设备广泛应用于集成电路前道、先进封装、FPD 面板、MEMS、LED、Power Devices 等制造领域。

#### 核心看点：

公司是大陆**唯一量产步进式光刻机**的厂商，虽然与国外巨头 ASML 的产品在先进制程有差距，但发展潜力巨大，有望在某些非关键节点逐步提高市场占有率。

图表 33：公司发展历程



来源：公司官网、国金证券研究所

**图表 34：公司主要产品**

IC领域	平板显示	LED/MEMS/功率器件	光刻机	激光与检测	特殊应用
600系列光刻机	200系列光刻机	300系列光刻机	600系列光刻机	激光退火设备	晶圆对准/键合设备
500系列光刻机	激光封装设备	激光退火设备	500系列光刻机	激光封装设备	半导体产线搬运机器人
晶圆缺陷自动检测设备	光配向设备	晶圆对准/键合设备	300系列光刻机	光配向设备	硅片边缘曝光设备
半导体产线搬运机器人	长短寸测量设备		200系列光刻机	长短寸测量设备	
晶圆对准/键合设备				晶圆缺陷自动检测设备	
硅片边缘曝光设备					

来源：公司官网、国金证券研究所

#### 4. 推荐标的

标的我们推荐关注即将在科创板挂牌的**中微半导体**与 A 股半导体制造设备龙头**北方华创**，同时建议关注设备细分子领域封测商供应商**长川科技**。

图表 35：盈利预测（股价截止到 2019 年 3 月 5 日）

公司	营业收入 (YoY) 百万元/%				归母净利润 (YoY) 百万元/%				P/E		
	2017	2018E	2019E	2020E	2017	2018E	2019E	2020E	TIM	2018E	2019E
北方华创 (002371.SZ)	2,222.82 (+37.01%)	3,220.44 (+44.88%)	4,517.67 (+40.28%)	6,165.36 (+36.47%)	125.61 (+35.21%)	240.00 (+91.07%)	379.69 (+58.20%)	546.86 (+44.03%)	130.09	97.09	61.42
长川科技 (300604.SZ)	179.79 (+44.84%)	284.92 (+58.47%)	415.05 (+45.67%)	603.87 (+45.49%)	50.25 (+21.32%)	70.79 (+40.88%)	112.40 (+58.78%)	160.59 (+42.87%)	64.14	62.24	41.70

来源：同花顺一致性预期 国金证券研究所

#### 5. 风险提示

- 半导体整体需求不及预期
- 半导体设备国产化程度不及预期
- 相关公司估值过高

**公司投资评级的说明：**

买入：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 15%以上；  
增持：预期未来 6—12 个月内上涨幅度在 5%—15%；  
中性：预期未来 6—12 个月内变动幅度在 -5%—5%；  
减持：预期未来 6—12 个月内下跌幅度在 5%以上。

**行业投资评级的说明：**

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；  
增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；  
中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；  
减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

**特别声明：**

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，对由于该等问题产生的一切责任，国金证券不作出任何担保。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整。

本报告中的信息、意见等均仅供参考，不作为或被视为出售及购买证券或其他投资标的邀请或要约。客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，且收件人亦不会因为收到本报告而成为国金证券的客户。

根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；非国金证券 C3 级以上（含 C3 级）的投资者擅自使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

此报告仅限于中国大陆使用。

**上海**

电话：021-60753903

传真：021-61038200

邮箱：researchsh@gjzq.com.cn

邮编：201204

地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号

紫竹国际大厦 7 楼

**北京**

电话：010-66216979

传真：010-66216793

邮箱：researchbj@gjzq.com.cn

邮编：100053

地址：中国北京西城区长椿街 3 号 4 层

**深圳**

电话：0755-83831378

传真：0755-83830558

邮箱：researchsz@gjzq.com.cn

邮编：518000

地址：中国深圳福田区深南大道 4001 号

时代金融中心 7GH