

# 电子

## 半导体设备系列：薄膜生长设备，国产突破可期

薄膜生长是采用物理或化学方法使物质附着于衬底材料表面的过程，常见生长物质包括金属、氧化物、氮化物等不同薄膜。根据工作原理不同，薄膜沉积生长设备可分为：物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)和外延等类别。大部分绝缘薄膜使用CVD，金属薄膜常用PVD(主要是溅射)。CVD的使用越来越广泛，基于CVD发展的ALD更是行业升级的技术方向。

**2020年全球薄膜设备市场达到138亿美元，占IC制造设备21%；其中主要是CVD和PVD，合计占IC制造设备18%。**其中，CVD市场规模高度89亿美元，主流是设备包括PECVD、Tube CVD、LPCVD和ALD等。整个薄膜市场市占率最高的是AMAT。高端领域如ALD受ASM、TEL和Lam等海外龙头主导。国内布局IC制造领域薄膜设备的主要国产厂商包括北方华创和沈阳拓荆。

**CVD市场主要由海外龙头主导，国内北方华创、沈阳拓荆积极布局。**根据Gartner数据，全球CVD市场前五大供应商包括AMAT(28%)、Lam Research(25%)、TEL(17%)、Kokusai(原日立高新，8%)、ASM(11%)。国内半导体设备龙头北方华创、沈阳拓荆在该领域也有布局。CVD市场主要由海外龙头主导，国内北方华创、沈阳拓荆积极布局从PVD市场格局来看，AMAT一家独大，长期占据约80%的市占率，2020年北方华创的半导体PVD设备全球市占率为3%，属于国内领先地位。

**国内薄膜厂商加速导入，国产化率仍有较大提升空间。**根据招标网的数据统计，长江存储在2019~2020年采购薄膜类设备约每年200多台(主要是CVD和PVD)，主要类别以CVD为主，其中原子层沉积70~80台。从国产替代率而言，溅镀(PVD类)北方华创供应数量比重较高，合计达到将近20%；CVD类国产替代率较低，主要国产供应商沈阳拓荆供应占比约2~3%。北方华创、沈阳拓荆在华虹无锡、华力集成项目合计国产化率约10~15%。

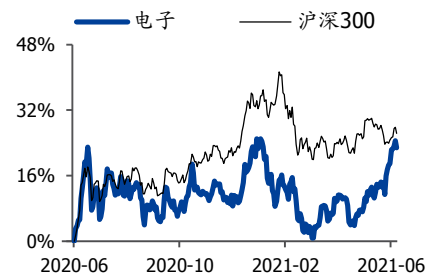
**北方华创引领国产高端集成电路PVD薄膜工艺，公司多项产品进入国际供应链体系。**公司PVD产品布局广泛，近几年陆续推出了TiN PVD、AlN PVD、Al Pad、ALD等13款自主研发的PVD产品并成功产业化。公司自主设计和生产的exiTin H630 TiN金属硬掩膜PVD系统是国内首台专门针对55-28nm制程12寸金属硬掩膜设备。2020年，公司CuBS PVD在客户招投标中获得重复订单。北方华创先后推出THEORIS 302 LPCVD、HORIS L6371多功能LPCVD等多个系列产品。

**沈阳拓荆拥有三个完整系列CVD产品线，累计出货量超过100台套。**拓荆科技成立于2010年4月，多次承担国家专项，公司拥有12英寸PECVD(等离子体化学气相沉积设备)、ALD(原子层薄膜沉积设备)、SACVD(次常压化学气相沉积设备)三个完整系列产品2020年公司累计出货量超过100台套。

**风险提示：**国产替代进展不及预期、全球贸易纷争影响、下游需求不确定性。

增持(维持)

### 行业走势



### 作者

分析师 郑震湘

执业证书编号: S0680518120002

邮箱: zhengzhenxiang@gszq.com

分析师 余凌星

执业证书编号: S0680520010001

邮箱: shelingxing@gszq.com

分析师 陈永亮

执业证书编号: S0680520080002

邮箱: chen Yongliang@gszq.com

### 相关研究

- 1、《电子：国产化+景气度，两条主线！》2021-06-27
- 2、《电子：光学五月月度数据跟踪：手机短期波动，车载、VR依旧高景气》2021-06-22
- 3、《电子：鸿蒙OS加速AIoT生态繁荣，半导体景气度持续超预期》2021-06-21



## 内容目录

一、薄膜设备：用于沉积物质，实现晶圆表面薄膜生长 .....	3
二、薄膜市场以 CVD、PVD 为主，国内需求空间较大 .....	6
三、国产订单导入，北方华创、沈阳拓荆逐步放量 .....	10
四、全球龙头 AMAT，产品组合丰富，装机存量优势大 .....	13
五、国内龙头：北方华创引领国产沉积，沈阳拓荆开拓 PECVD .....	16
六、风险提示 .....	20

## 图表目录

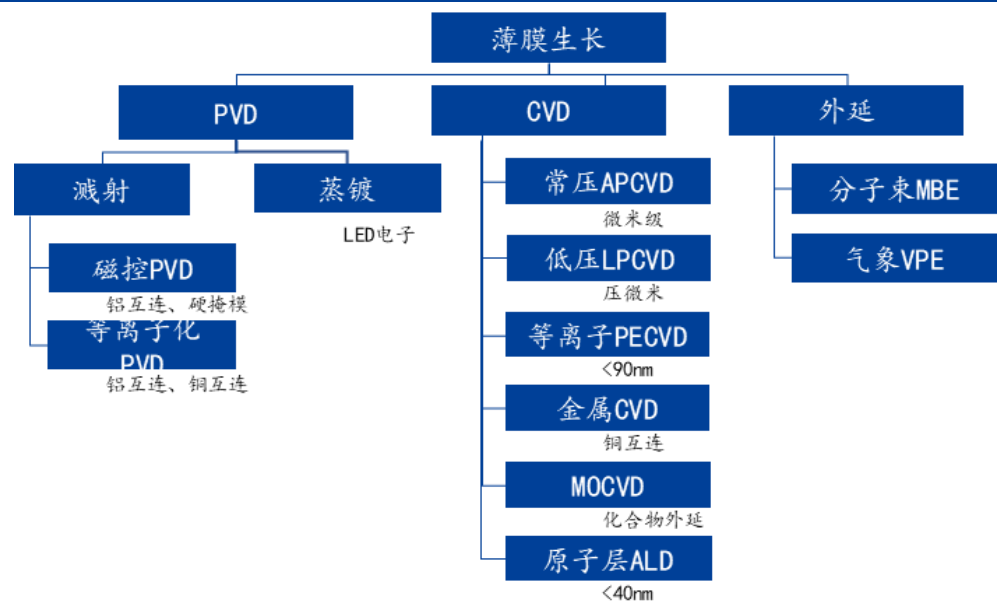
图表 1: 薄膜设备分类 .....	3
图表 2: 典型 CVD 工艺流程 .....	4
图表 3: ALD 示例 .....	4
图表 4: 常用的三种 CVD 技术比较 .....	4
图表 5: 常见的薄膜材料制备工艺 .....	5
图表 6: CVD 和 PVD 技术比较 .....	5
图表 7: CVD 和 PVD 技术比较示意图 .....	6
图表 8: 全球半导体设备季度销售额 (亿美元) .....	6
图表 9: 全球半导体设备分地域季度销售额 (亿美元) .....	7
图表 10: 半导体设备市场增速周期性 .....	7
图表 11: 全球沉积设备市场趋势 (百万美元) .....	8
图表 12: 2020 年沉积设备市场结构 (百万美元) .....	8
图表 13: PVD 及 CVD 在全球设备市场合计市占率 .....	9
图表 14: CVD 市场份额 .....	9
图表 15: PVD 市场份额 .....	10
图表 16: 中国大陆刻蚀市场需求测算 (亿元) .....	10
图表 17: 长江存储主要薄膜设备采购 (台; 不含无法分类的沉积设备) .....	11
图表 18: 长江存储 ALD 采购数量 (台) .....	11
图表 19: 长江存储中标北方华创薄膜设备数量 (台) .....	11
图表 20: 长江存储中标沈阳拓荆薄膜设备数量 (台) .....	11
图表 21: 长江存储中标 AMAT CVD 薄膜设备数量 (台) .....	12
图表 22: 长江存储中标薄膜设备国产化率 (以机台数量计算) .....	12
图表 23: 华虹无锡中标薄膜设备国产化率 (以机台数量计算) .....	13
图表 24: 华力集成中标薄膜设备国产化率 (以机台数量计算) .....	13
图表 25: AMAT 收入结构 (百万美元) .....	14
图表 26: 应用材料的 (半导体装备) 服务收入 90% 是需要重复发生的“回头客” .....	14
图表 27: 应用材料的 (半导体装备) 服务收入全球最高 .....	15
图表 28: 应用材料对于未来四年的半导体装备业务收入展望 .....	15
图表 29: 应用材料产品线和解决方案组合 .....	16
图表 30: 北方华创 PVD 机台 eVictor AX30 Al pad PVD .....	18
图表 31: 北方华创 LPCVD 机台 THEORIS SN302D .....	18
图表 32: 沈阳拓荆 12 英寸 PECVD 设备 PF-300T .....	19
图表 33: 沈阳拓荆 12 英寸 ALD 设备 FT-300T .....	19
图表 34: 中微公司战略规划 .....	19

## 一、薄膜设备：用于沉积物质，实现晶圆表面薄膜生长

**薄膜生长：**采用物理或化学方法使物质附着于衬底材料表面的过程，常见生长物质包括金属、氧化物、氮化物等不同薄膜。根据工作原理不同，薄膜沉积生长设备可分为：物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)和外延等类别。

**PVD 和 CVD 是主要的薄膜设备，ALD 是产业技术发展趋势。**在半导体领域，薄膜主要分给绝缘薄膜、金属薄膜。大部分绝缘薄膜使用 CVD，金属薄膜常用 PVD(主要是溅射)。其他常用的镀膜方式包括 ECD、SOD、MOCVD、Epitaxy 等。在薄膜设备整体中，CVD 的使用越来越广泛，基于 CVD 发展的 ALD 更是行业升级的技术方向。

图表 1: 薄膜设备分类

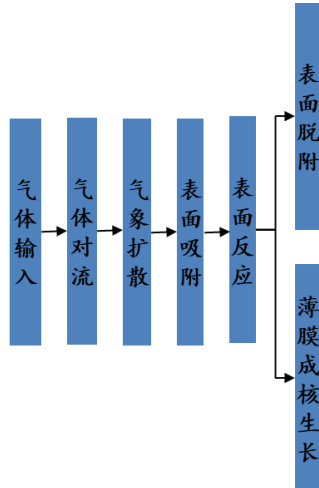


资料来源: gartner、国盛证券研究所

**CVD：**用于沉积介质绝缘层、半导体材料、金属薄膜。典型的 CVD 流程包括气体输入、气体对流、气象扩散、表面吸附、表面反应、表面脱附及薄膜成核生长。

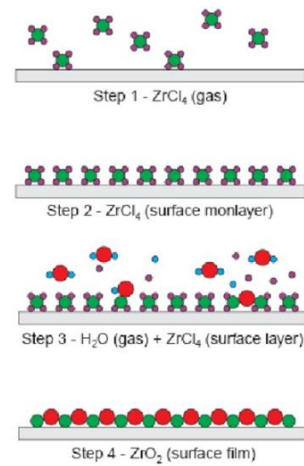
- (1) 微米时代，化学气相沉积多采用常压化学气相沉积 (APCVD) 设备，结构简单。
- (2) 亚微米时代，低压化学气相沉积 (LPCVD) 成为主流，提升薄膜均匀性、沟槽覆盖填充能力。
- (3) 90nm 以后，等离子增强化学气相沉积 (PECVD) 扮演重要角色，等离子体作用下，降低反应温度，提升薄膜纯度，加强薄膜密度。
- (4) 45nm 以后，高介电材料 (High k) 和金属栅 (Metal Gate)，引入原子层沉积 (ALD) 设备，膜层达到纳米级别。—— (a) 高介电材料 (High k) 替代 SiO<sub>2</sub>，用于制备 MOS 器件的栅介质层，需要引入 ALD。(b) 多晶硅同步地被替代为金属栅 (Metal Gate) 电极，也用 ALD 设备制备。

图表 2: 典型 CVD 工艺流程



资料来源: 集微网、国盛证券研究所

图表 3: ALD 示例



资料来源: 集微网、国盛证券研究所

图表 4: 常用的三种 CVD 技术比较

工艺	优点	缺点	应用
APCVD (常压 CVD)	反应简单, 淀积速度快, 低温	台阶覆盖能力差, 有颗粒污染, 低产出率	低温 SiO <sub>2</sub> (掺杂或不掺杂)
LPCVD (低压 CVD)	高纯度和均匀性, 一致的台阶覆盖能力, 大的硅片容量	高温, 低的淀积速率, 需要更多的维护, 要求真空系统支持	高温 SiO <sub>2</sub> (掺杂或不掺杂)、Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> 、多晶硅、W、WSi <sub>2</sub>
等离子体辅助 CVD 等离子体增强 CVD(PECVD) 高密度等离子体 CVD(HDCVD)	低温, 快速淀积, 好的台阶覆盖能力, 好的间隙填充能力	要求 RF 系统, 高成本, 压力远大于张力, 化学物质 (如 H <sub>2</sub> ) 和颗粒沾污	高的深度比间隙的填充, 金属上的低温 SiO <sub>2</sub> , ILD-1, ILD, 为了双镶嵌结构的铜籽晶层, 钝化 (Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> )

资料来源: 维基百科、国盛证券研究所

图表 5: 常见的薄膜材料制备工艺

应用领域	薄膜材料	CVD工艺	备注
气体传感器	SnO <sub>2</sub> , ZnO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> 等	CVD, PECVD, MOCVD	灵敏度提高, 响应加快工作温度降低, 有利集成化
超导材料	YBaCuO, BiSrCaCuO, TlBaCaCuO	PECVD, MOCVD	超导性能优于晶体材料, 有各向同性, 用于弱电领域
导电材料	Al, W, Si, M <sub>m</sub> Si <sub>n</sub> , In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SnO <sub>2</sub> , SnO <sub>2</sub> -Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Cr, Mo	MOCVD, CVD, PECVD, LCVD	主要用于电子器件与集成电路
电阻材料	C膜, 金属氧化物膜	PECVD, CVD	制造方便, 稳定性及电物理性能好
半导体材料	Si, Ge, III-V族, II-VI族化合物	MOCVD, PECVD	
介电材料	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , AlN, BaTiO <sub>3</sub> , PbTiO <sub>3</sub> , PZT, Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , SiC	CVD, PECVD, LCVD	
压电材料	ZnO, AlN	MOCVD	表面光滑致密, 易于制造低价可靠稳定, 便于调变性能, 易平面化, 集成化
热电材料	PbTiO <sub>3</sub>	CVD	具显著热释电效应与非线性极化特性
表面装饰	Au, Ag, TiC, TiN, Al	CVD, PECVD	
光学材料	SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , ZnS, CdS	CVD, PECVD	
表面硬化	碳化物, 氮化物, 硼化物	CVD, PECVD	
太阳能利用	SiO <sub>2</sub> /Si, GaAs/GaAlAs, CdS/InP, Cu <sub>2</sub> S/CdS, CdTe/CdS, CdTe/CdSe, CuInSe <sub>2</sub> /CdS, GaAs/AlAs	CVD, MOCVD	

资料来源: gartner, 国盛证券研究所

**物理气相沉积 (PVD):** 利用蒸发或溅射, 实现原子从源物质到沉底材料表面的物质转移, 沉积形成薄膜。物理气相沉积是一种物理气相反应生长法, 沉积过程是在真空或低压气体放电条件下, 涂层物质源是固态物质, 经过“蒸发或溅射”后, 在零件表面生成与基材性能完全不同的新的固态物质涂层。PVD 具有成膜速率高、镀膜厚度及均匀性可控好、薄膜致密性好、粘结力强及纯净度高等优点。

**PVD 可以分为真空蒸镀 (Vacuum Evaporator) 和溅射 (Sputtering)。**PVD 发展初期以真空蒸镀镀膜为主, 特点是工艺简单、操作容易、纯度较高, 缺点是难以蒸发某些金属和氧化物。由于溅射设备制备的薄膜更加均匀、致密, 对衬底附着性强, 纯度更高, 溅射设备取代了蒸镀设备。

图表 6: CVD 和 PVD 技术比较

项目	CVD	PVD
直观比较	物理过程; 台阶覆盖好、纯度较差, 适合沉淀介质	化学过程; 台阶覆盖差, 纯度高, 适合沉淀金属
物质源	含有生成膜元素的化合物蒸汽, 反应气体等	生成膜物质的蒸汽, 反应气体
激活方法	提供激活能, 高温, 化学自由能	消耗蒸发热, 电离等
制作温度	150~2000°C (基片)	250~2000°C (蒸发源) 25°C~合适温度 (基片)
成膜速率	25~1500μm/h	25~250μm/h
用途	材料精制, 装饰, 表面保护, 电子材料	装饰, 电子材料, 光学
可制作薄膜的材料	碱及碱土类以外的金属 (Ag, Au困难), 碳化物, 氮化物, 硼化物, 氧化物, 硫化物, 硒化物, 碲化物, 金属化合物, 合金	所有固体 (C, Ta, W困难), 卤化物和热稳定化合物

资料来源: gartner, 国盛证券研究所



图表 7: CVD 和 PVD 技术比较示意图

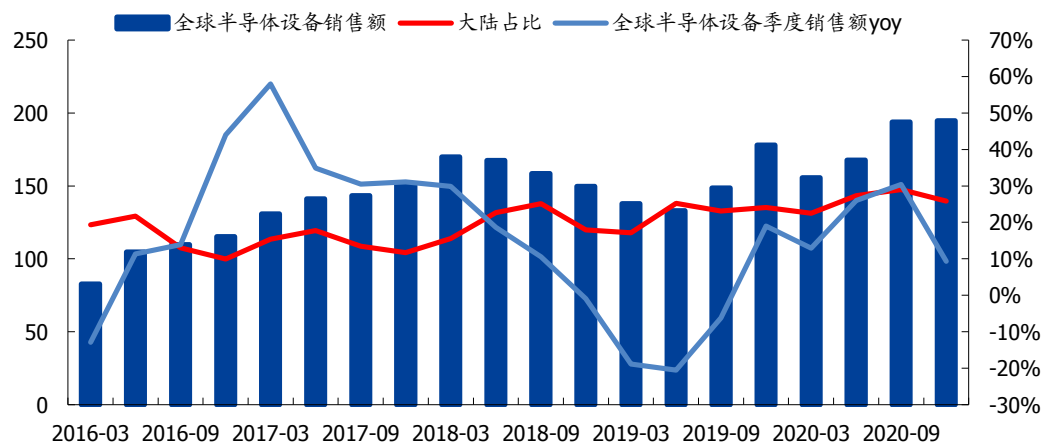


资料来源: 维基百科, 国盛证券研究所

## 二、薄膜市场以 CVD、PVD 为主，国内需求空间较大

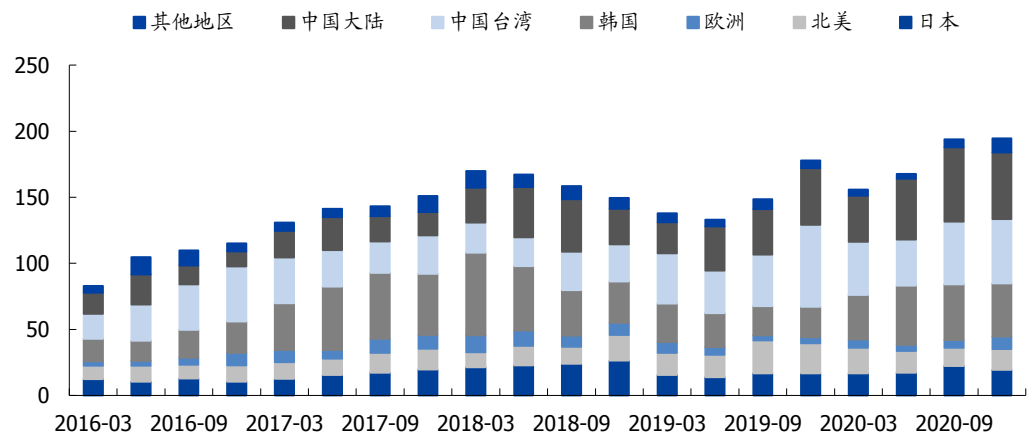
2020 年全球半导体设备市场规模创 700 亿美元新高，大陆首次占比全球第一。根据 SEMI, 2020 年半导体设备销售额 712 亿美元，同比增长 19%，全年销售额创历史新高。大陆设备市场在 2013 年之前占全球比重为 10% 以内，2014~2017 年提升至 10~20%，2018 年之后保持在 20% 以上，份额呈逐年上行趋势。2020 年，国内晶圆厂投建、半导体行业加大投入，大陆半导体设备市场规模首次在市场全球排首位，达到 181 亿美元，同比增长 35.1%，占比 26.2%。2021~2022 年，存储需求复苏，韩国预计将领跑全球，但大陆设备市场规模有望保持较高比重。

图表 8: 全球半导体设备季度销售额 (亿美元)



资料来源: wind, 国盛证券研究所

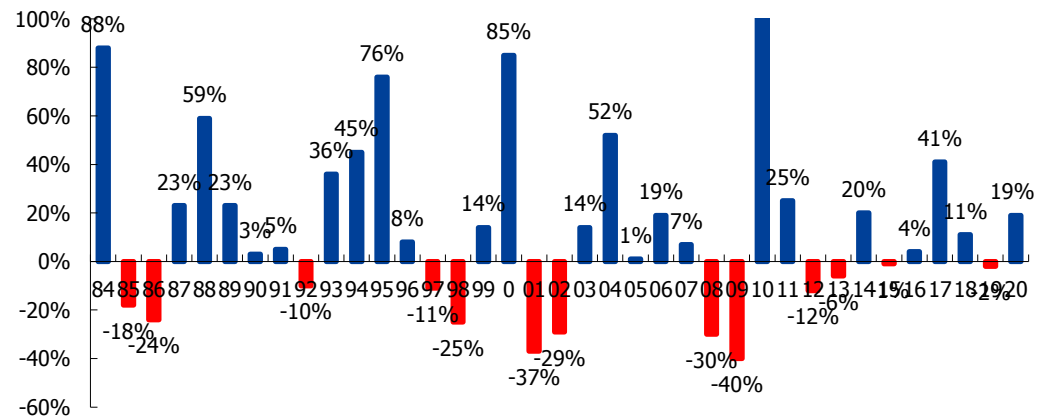
图表 9: 全球半导体设备分地域季度销售额 (亿美元)



资料来源: SEMI, 国盛证券研究所

半导体设备行业产值具有**高增长、高波动性**。半导体设备行业呈现明显的周期性，受下游厂商资本开支节奏变化较为明显。根据 SEMI 数据，从长周期而言半导体行业复合增速约 10%，半导体设备行业复合增速约 13%，半导体设备行业增长弹性高于半导体行业。

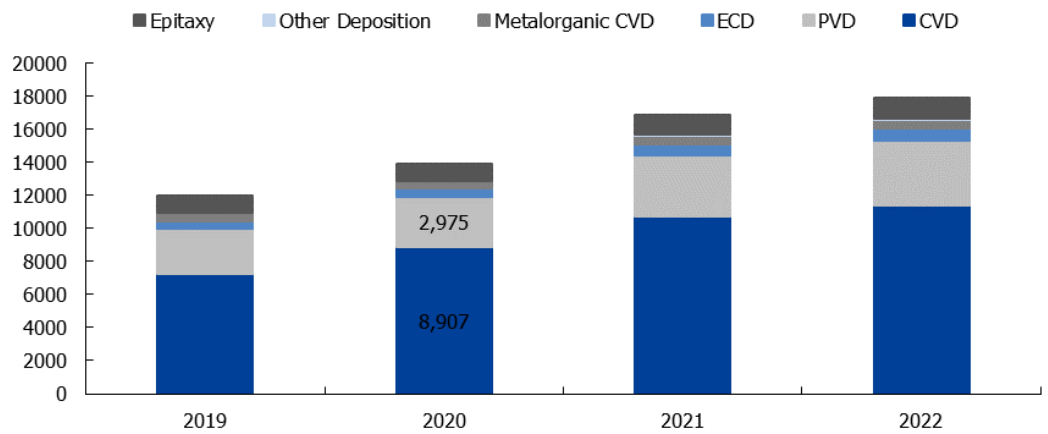
图表 10: 半导体设备市场增速周期性



资料来源: SEMI, 国盛证券研究所

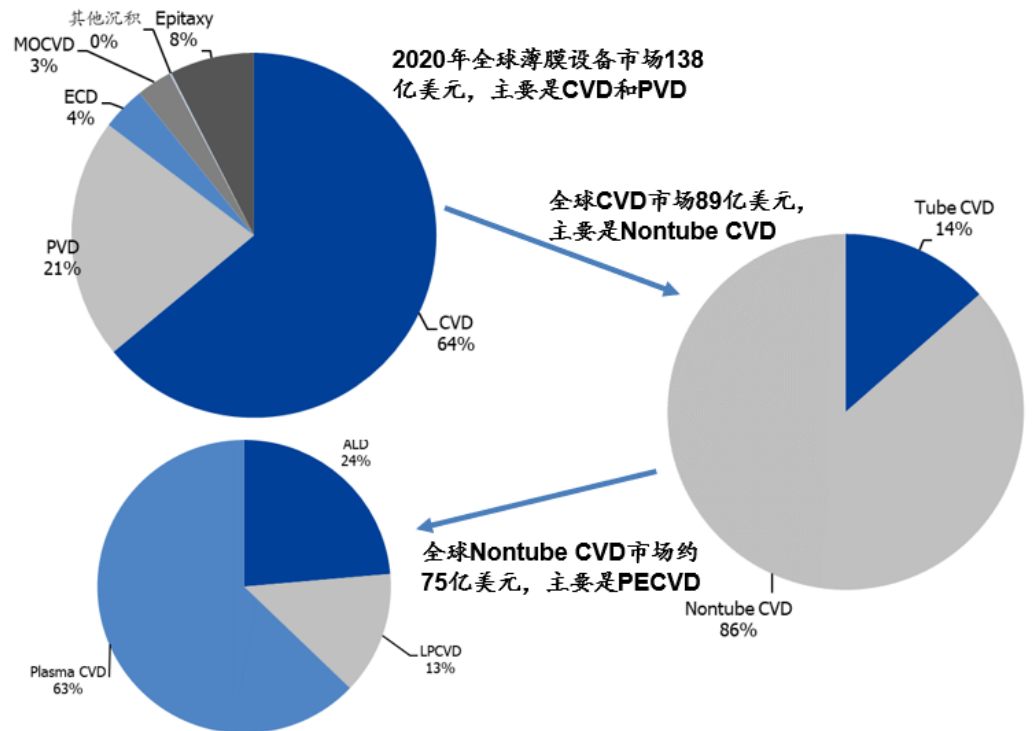
2020 年全球薄膜设备市场达到 138 亿美元，占 IC 制造设备 21%；其中主要是 CVD 和 PVD，合计占 IC 制造设备 18%。其中，CVD 市场规模高度 89 亿美元，主流是设备包括 PECVD、Tube CVD、LPCVD 和 ALD 等。整个薄膜市场市占率最高的是 AMAT。高端领域如 ALD 受 ASM、TEL 和 Lam 等海外龙头主导。国内布局 IC 制造领域薄膜设备的主要国产厂商包括北方华创和沈阳拓荆。

图表 11: 全球沉积设备市场趋势 (百万美元)



资料来源: gartner、国盛证券研究所

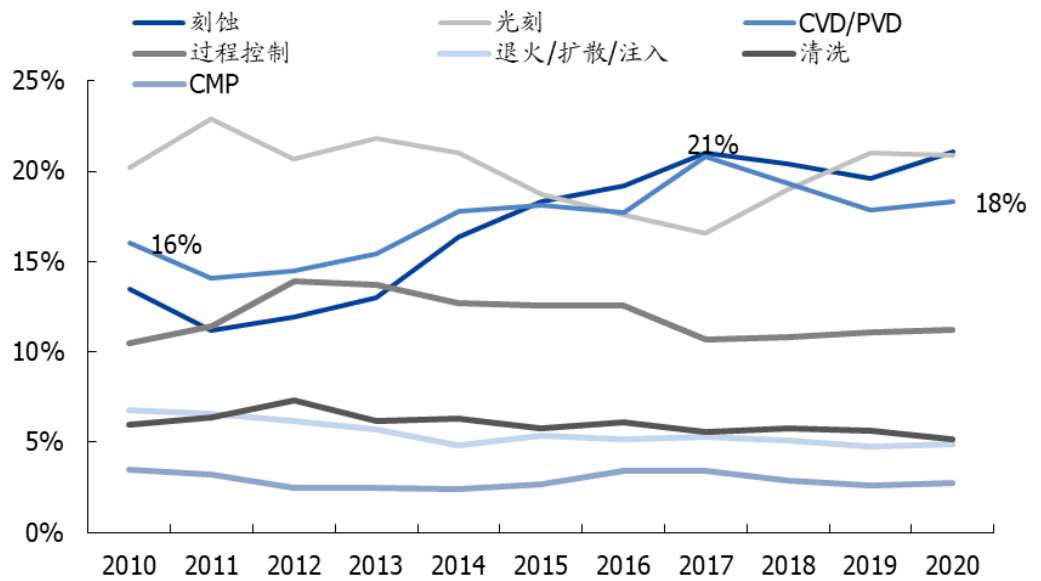
图表 12: 2020 年沉积设备市场结构 (百万美元)



资料来源: gartner、国盛证券研究所



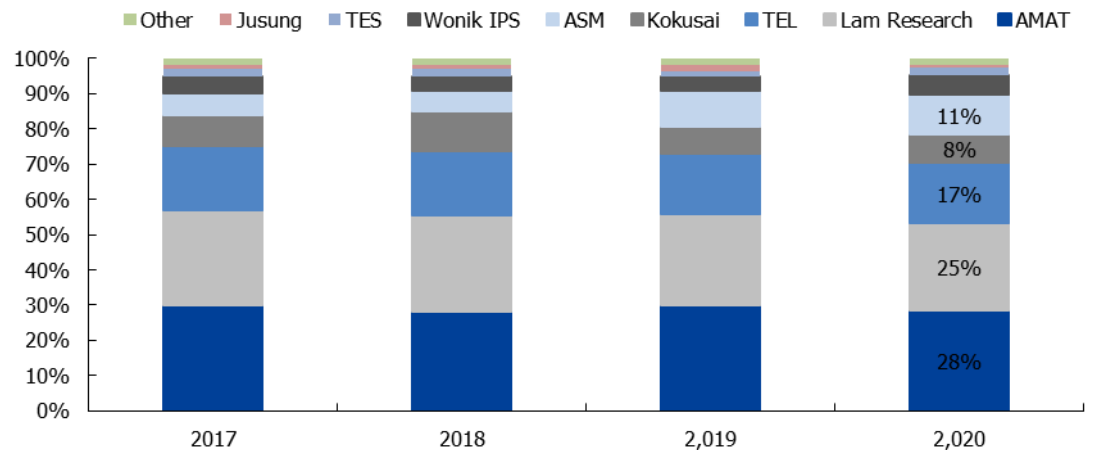
图表 13: PVD 及 CVD 在全球设备市场合计市占率



资料来源: semi、国盛证券研究所

**CVD 市场主要由海外龙头主导，国内北方华创、沈阳拓荆积极布局。**根据 Gartner 数据，全球 CVD 市场前五大供应商包括 AMAT (28%)、Lam Research (25%)、TEL (17%)、Kokusai (原日立高新，8%)、ASM (11%)。国内半导体设备龙头北方华创、沈阳拓荆在该领域也有布局。

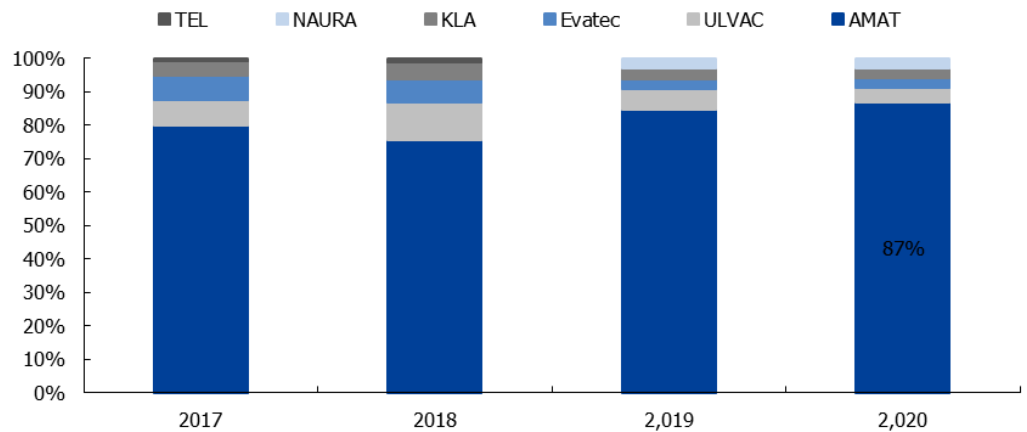
图表 14: CVD 市场份额



资料来源: gartner、国盛证券研究所

**从 PVD 市场格局来看，AMAT 一家独大，长期占据约 80% 的市占率。**PVD 市场主要供应商包括 AMAT、ULVAC、Evatec、KLA、TEL、北方华创等。根据 Gartner，2020 年北方华创的半导体 PVD 设备全球市占率为 3%，属于国内领先地位。随着国产替代加速，北方华创 PVD 业务有望加速成长。

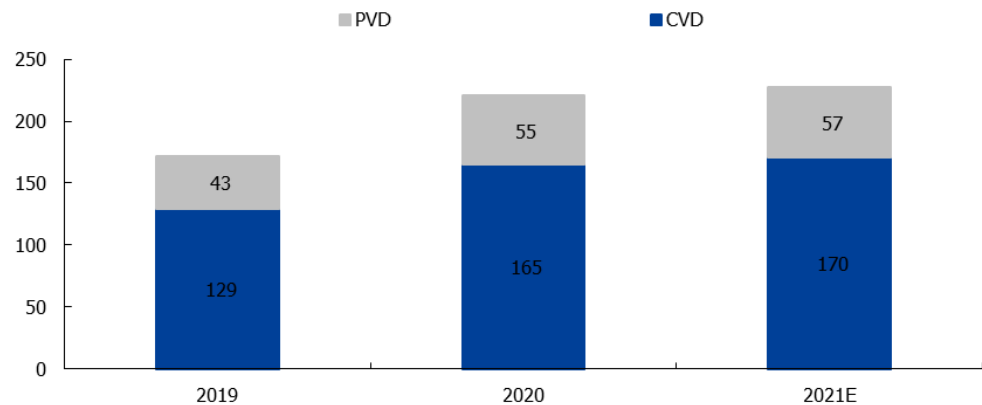
图表 15: PVD 市场份额



资料来源: gartner、国盛证券研究所

我们以国内晶圆投资资本开支需求作为总数，以 PVD、CVD 等薄膜类设备在全球设备市场中的比例作为参考，估算国内 CVD 及 PVD 近几年的市场空间。根据我们的估算，中国大陆 CVD 和 PVD 合计市场需求预计在 200 亿元以上，国产化率在 10%以内，仍具有较大的替代空间。

图表 16: 中国大陆刻蚀市场需求测算 (亿元)

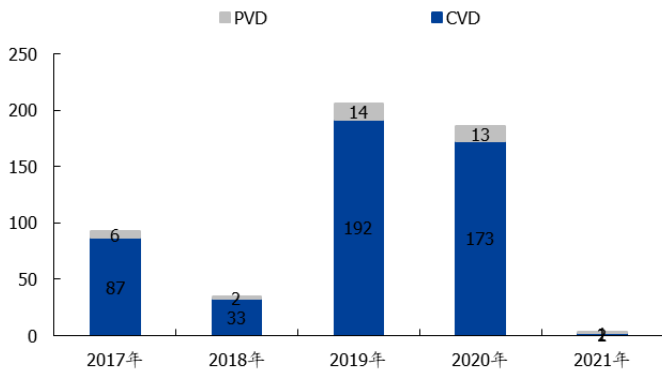


资料来源: 国盛电子测算、国盛证券研究所

### 三、国产订单导入，北方华创、沈阳拓荆逐步放量

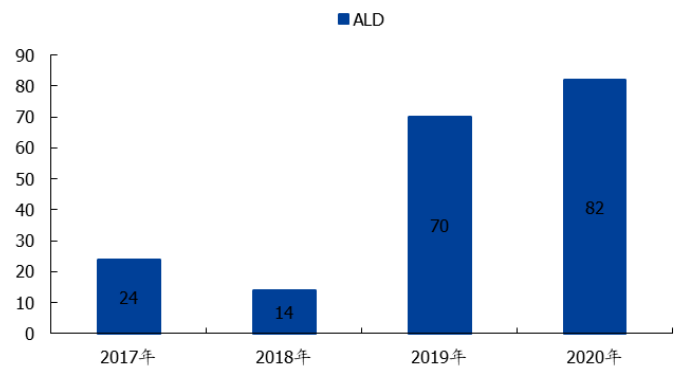
根据招标网的数据统计，长江存储在 2019~2020 年采购薄膜类设备约每年 200 多台（主要是 CVD 和 PVD），主要类别以 CVD 为主，其中原子层沉积 70~80 台。从国产替代率而言，溅镀（PVD 类）北方华创供应数量比重较高，合计达到将近 20%；CVD 类国产替代率较低，主要国产供应商沈阳拓荆供应占比约 2~3%。

图表 17: 长江存储主要薄膜设备采购 (台; 不含无法分类的沉积设备)



资料来源: 中国招标网、国盛证券研究所

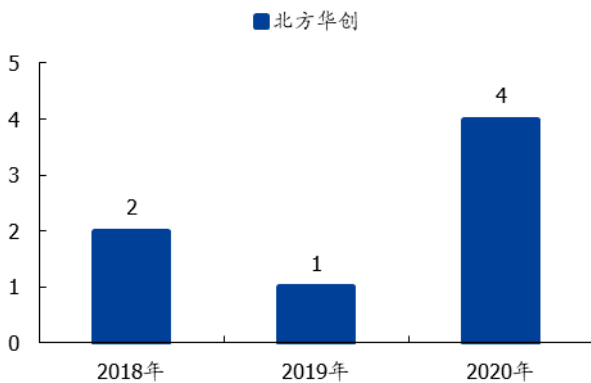
图表 18: 长江存储 ALD 采购数量 (台)



资料来源: 中国招标网、国盛证券研究所

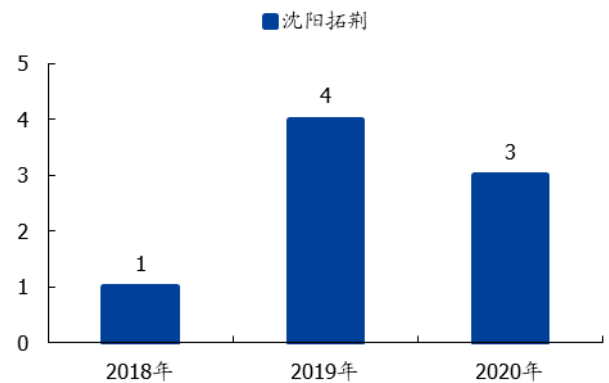
截止 2021/06, 北方华创一共中标长江存储共 4 台铝垫物理气相沉积机台和 3 台钽阻挡层铜种籽层物理气相沉积机台; 沈阳拓荆 2 台氮氧化硅薄膜、3 台氧化硅薄膜、3 台二氧化硅薄膜, 共 8 台 PECVD 类设备。截止 2021/06, AMAT 中标 CVD 类设备约 85 台, PVD 类设备约 20 台, 其他未分类 20~30 台。

图表 19: 长江存储中标北方华创薄膜设备数量 (台)



资料来源: 中国招标网、国盛证券研究所

图表 20: 长江存储中标沈阳拓荆薄膜设备数量 (台)



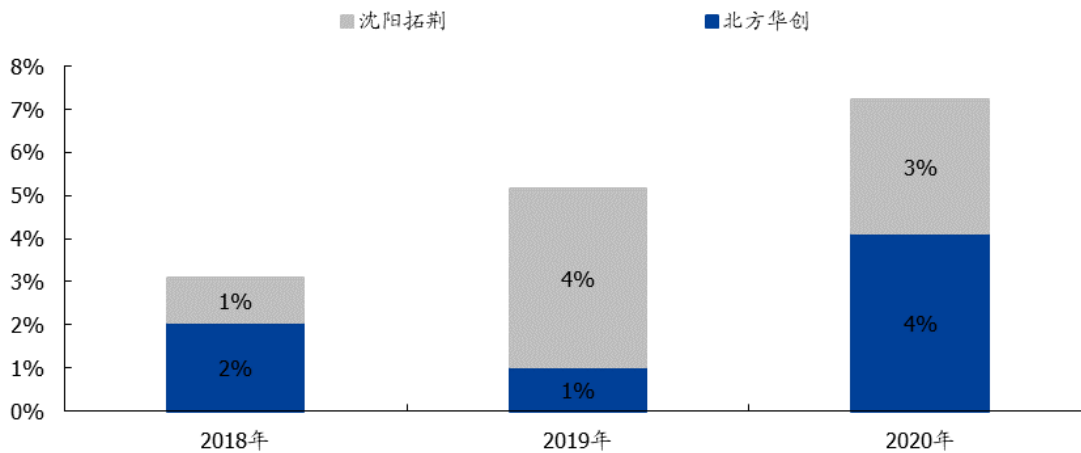
资料来源: 中国招标网、国盛证券研究所

图表 21: 长江存储中标 AMAT CVD 薄膜设备数量 (台)

时间/设备	台数	时间/设备	台数
2017年	31	后端介质反射层薄膜化学气相沉积设备	1
等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	2	镍铂硅化物物理气相沉积氮化钛原子层物理沉积机台	1
低温无定形碳厚膜化学气相沉积设备	2	前端等离子体增强方式高应力氮化硅薄膜化学气相沉积设备	1
高温无定形碳厚膜化学气相沉积设备	2	前端等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	1
后端等离子体增强方式氮化硅薄膜化学气相沉积设备	2	前端等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅厚膜化学气相沉积设备	1
后端等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	2	前端低温无定形碳薄膜化学气相沉积设备	1
后端高密度等离子体介电薄膜化学气相沉积设备	2	前端高密度等离子体介电薄膜化学气相沉积设备	1
后端介质反射层薄膜化学气相沉积设备	2	前端介质反射层薄膜化学气相沉积设备	1
化学气相沉积设备	1	热反应式深沟槽填孔薄膜化学气相沉积设备	2
前端等离子体增强方式氮化硅薄膜化学气相沉积设备	1	热反应式无掺杂二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	1
前端等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	4	钛物理气相沉积氮化钛原子层化学沉积机台	1
前端高密度等离子体介电薄膜化学气相沉积设备	2	2020年	21
前端介质反射层薄膜化学气相沉积设备	4	低温无定形碳薄膜化学气相沉积设备	1
热反应式深沟槽填孔薄膜化学气相沉积设备	2	后端等离子体增强方式氮化硅薄膜化学气相沉积设备	1
2018年	2	低温无定形碳薄膜化学气相沉积设备	1
低温无定形碳厚膜化学气相沉积设备	1	高深宽比填孔二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	3
后端等离子体增强方式氮化硅薄膜化学气相沉积设备	1	后端等离子体增强方式氮化硅薄膜化学气相沉积设备	4
2019年	29	后端等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	2
掺磷高密度等离子体化学气相沉积设备	1	后端低介电常数碳氮化硅薄膜化学气相沉积设备	4
低温无定形碳薄膜化学气相沉积设备	3	后端低温无定形碳薄膜化学气相沉积设备	1
高密度等离子体薄膜化学气相沉积设备	2	化学气象沉积设备	2
高深宽比填孔二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	1	前端等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	1
高温无定形碳厚膜化学气相沉积设备	1	前端低温无定形碳薄膜化学气相沉积设备	1
后端等离子体增强方式氮化硅薄膜化学气相沉积设备	1	2021年	2
后端等离子体增强方式以硅酸四乙酯作反应物的二氧化硅薄膜化学气相沉积设备	5	化学气相沉积设备	2
后端低介电常数碳氮化硅薄膜化学气相沉积设备	2	总计	85
后端低温无定形碳薄膜化学气相沉积设备	1		

资料来源: 中国招标网、国盛证券研究所

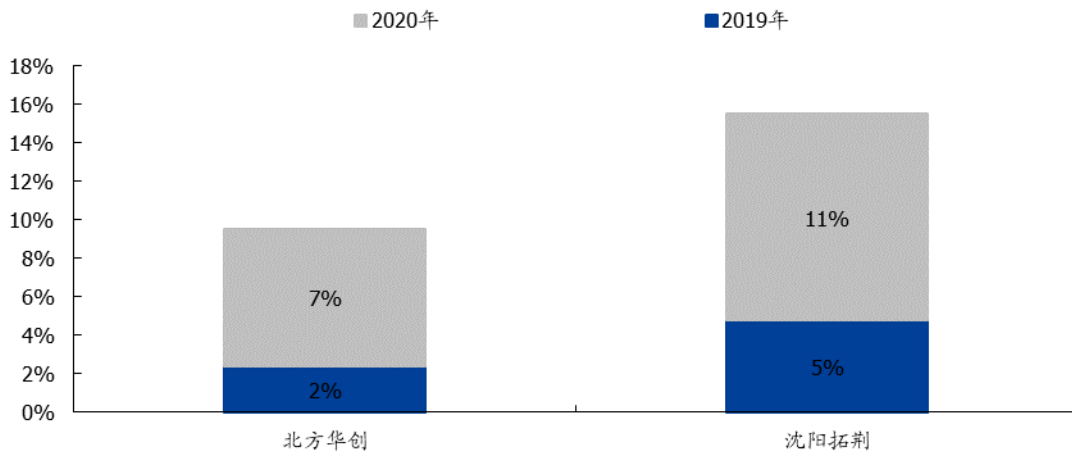
图表 22: 长江存储中标薄膜设备国产化率 (以机台数量计算)



资料来源: 中国采招网、国盛证券研究所

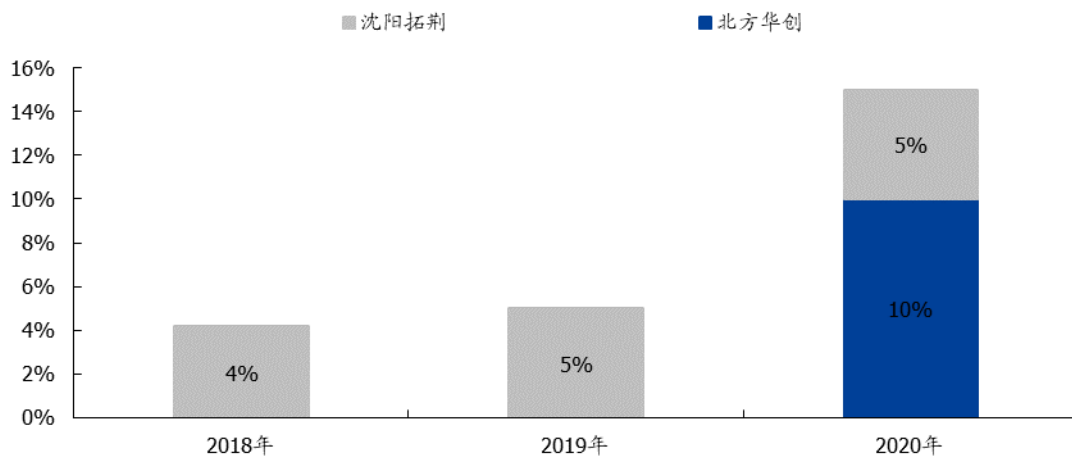
我们以截止 2021/06 的华虹无锡、华力集成的公开招投标数据进行分析。华虹无锡项目累积中标薄膜机台 100 多台, 其中国产设备 13 台 (北方华创 5 台钛、氮化钛、氮化钽和铝铜类的 PVD, 沈阳拓荆 8 台 PECVD); 华力集成项目累积中标薄膜机台约 90 多台, 其中国产设备 6 台 (北方华创 2 台溅射类 PVD 设备、沈阳拓荆 4 台 PECVD)。

图表 23: 华虹无锡中标薄膜设备国产化率 (以机台数量计算)



资料来源: 中国采招网、国盛证券研究所

图表 24: 华力集成中标薄膜设备国产化率 (以机台数量计算)



资料来源: 中国采招网、国盛证券研究所

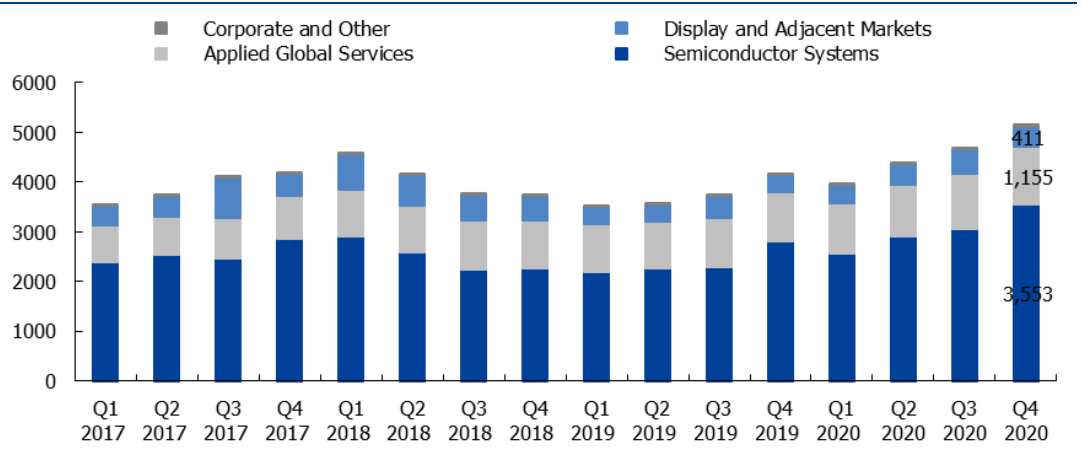
#### 四、全球龙头 AMAT，产品组合丰富，装机存量优势大

**AMAT 是全球收入最大的半导体装备企业，全球市占率高、产品线长。**应用材料 (AMAT) 成立于 1967 年，1972 年上市，1992 年成为全球最大的半导体设备制造商。根据 Semi 和 Gartner 资料，公司是全球收入规模最大的半导体设备企业，产品线较长，其中在 PVD 领域全球市占率第一 (80%+)、CVD 领域全球市占率第一 (28%)、刻蚀领域全球市占率第三、离子注入领域全球第一、CMP 领域全球第一。

**全球半导体工艺装备龙头企业，2021Q1 单季度表现创新高。**2020 年，AMAT 的营业收入 172 亿美元，毛利额 77 亿美元，营业利润 44 亿美元，净利润 36 亿美元。此外，公司研发费用 22 亿美元，研发费用率约 13%。2020 年，公司半导体装备业务收入 114 亿美元，服务收入 42 亿美元，显示及其他装备收入 16 亿美元。2020 年，公司 ROE 为 38.5%。2021Q1，公司营业收入 56 亿美元，同比增长 41%；净利润 13 亿美元，同比

增长76%，单季度收入、利润均创历史新高。

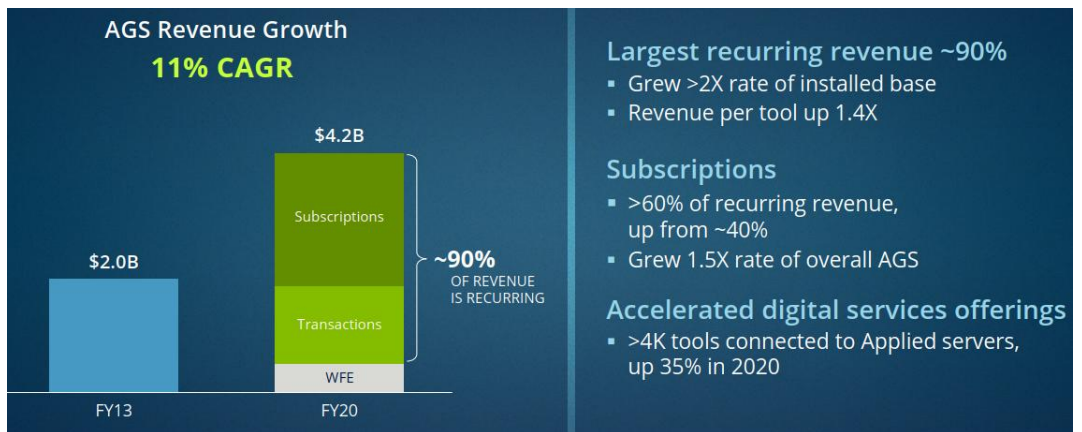
图表 25: AMAT 收入结构 (百万美元)



资料来源: 彭博、国盛证券研究所

装机存量贡献的服务收入具有明显规模优势。作为全球半导体设备龙头，服务（安装、维修、保养等）收入占比达到24%，装机量存量贡献显著。根据公司公告，目前装机量超过4万台机台，在2020年拥有1.4万台机台的服务订阅量（subscription），超过0.4万台连接到应用材料的服务器上。

图表 26: 应用材料的（半导体装备）服务收入90%是需要重复发生的“回头客”



资料来源: 公司公告、国盛证券研究所



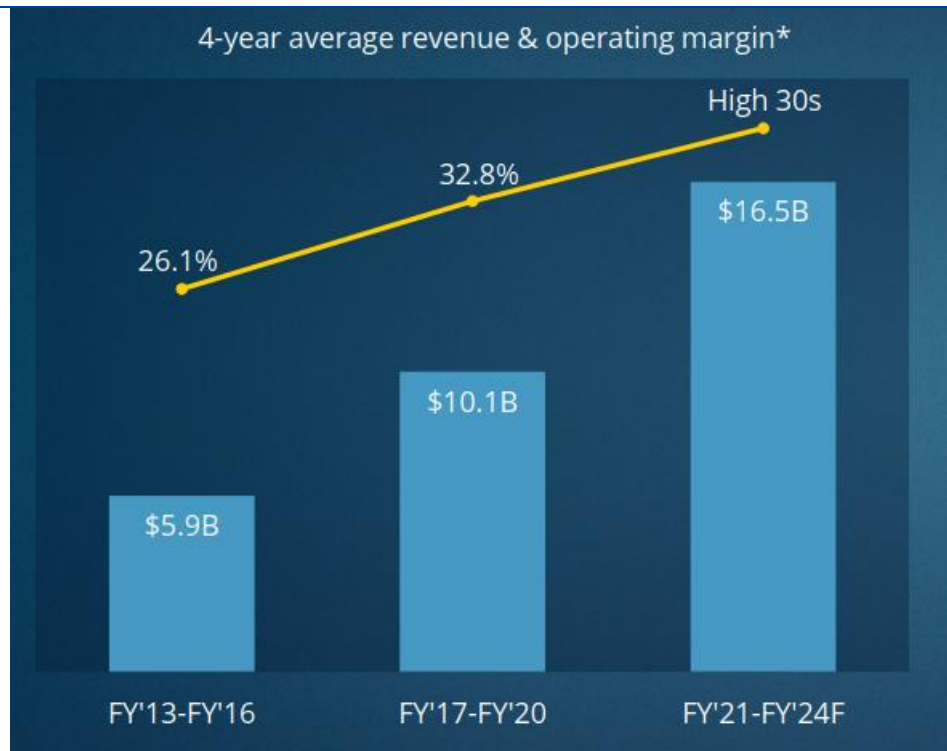
图表 27: 应用材料的 (半导体装备) 服务收入全球最高



资料来源: 公司公告、国盛证券研究所

**AMAT 对未来四年半导体装备业务展望乐观。**AMAT 在 2017~2020 年的半导体装备平均年收入约 101 亿美元, 公司预期 2021~2024 年的半导体装备平均年收入有望达到 165 亿美元, 营业利润率从 32.8% 提升至 High 30s。这主要归功于领先优势、独特的产品组合、独特的技术结合、加速产品升级, 并逐步从提供解决方案中受益。

图表 28: 应用材料对于未来四年的半导体装备业务收入展望



资料来源: 公司公告、国盛证券研究所

内生持续推出新品, 产品线边界不断增加, 布局先后涉足 **CVD—PVD—CMP—Etch—Inon Implant—Inspection&Metrology、ALE**。1976 年, 公司推出第一台商用 CVD 设备; 1989 年公司成为第一家提供 8 英寸半导体设备企业; 1995 年公司推出 Mirra CMP 设备、RTP Centura 设备分别进入 CMP、RTP 市场; 1997 年公司成为第一家提供 12 英寸半导体设备企业; 2005 年公司发布 Centra Advant Edge 系统, 实现当时最先进的金属刻蚀, 满足铝互连刻蚀要求; 2008 年, 公司推出 Endura Extensa PVD 系

统，满足铜互连要求；2012年公司推出离子注入机；2015年推出 ALD，实现原子层沉积；2016年推出电子束检测系统，推出 Applied Producer Selectra 系统，实现 ALE 功能。

持续外延并购补充技术和产品线。1997年收购 Opa technologies 和 Or bot instrument，进入过程控制；1998年收购 Consilium；2000年收购 Etec System 进入光罩生产、薄膜晶体管测试；2001年收购 Oramir，获得激光清洗技术；2006年收购 Applied Films；2008年收购 Baccini，开拓意大利市场；2009年收购 Semitool Inc.，获得 WLP 和铜互连技术；2011年收购 Varian Semiconductor Equipment Associates，重回离子注入。

图表 29: 应用材料产品线和解决方案组合

<b>CREATE</b> Materials deposition	 Epitaxy	 Metals deposition	 Dielectrics deposition	 Plating	 ALD	 Selective deposition
<b>SHAPE</b> Materials removal	 Etch	 Planarization	 Selective removal			
<b>MODIFY</b> Materials modification	 Implant	 Thermal	 Treatments			
<b>ANALYZE</b> Materials analysis	 Optical inspection	 Defect review	 eBeam inspection	 CD-SEM		
<b>SOLUTIONS &amp; CONNECTED PRODUCTS</b>	 ICAPS	 IMS	 Packaging	 Applied AI <sup>SM</sup>		

资料来源：公司公告、国盛证券研究所

## 五、国内龙头：北方华创引领国产沉积，沈阳拓荆开拓 PECVD

北方华创是国内领先的半导体高端装备及一体化解决方案供应商。公司深耕于芯片制造刻蚀领域、薄膜沉积领域近 20 年，现已成为国内领先的半导体高端工艺装备及一站式解决方案的供应商。公司立足半导体装备、真空装备、新能源锂电装备及精密元器件构成公司四大核心事业集群，客户覆盖中芯国际、华虹、三安光电、京东方等各产业链龙头。

在集成电路领域，北方华创可提供刻蚀机、PVD 设备、单片退火设备、ALD 设备、氧化/扩散炉、LPCVD、单片清洗机以及槽式清洗机等产品，覆盖刻蚀、薄膜、扩散、清洗四大工艺模块，为集成电路领域提供先进的工艺解决方案。由北方华创自主研发的面向先进制程的等离子硅刻蚀机、金属刻蚀机、TiN hardmask PVD、Al Pad PVD、ALD、单片退火系统以及 SiNx LPCVD 等已逐步进入集成电路主流代工厂供应链体系。

引领国产高端集成电路 PVD 薄膜工艺，公司多项产品进入国际供应链体系。公司 PVD 产品布局广泛，近几年陆续推出了 TiN PVD、AlN PVD、Al Pad、ALD 等 13 款自主研发的 PVD 产品并成功产业化，可应用于集成电路、先进封装、LED 等领域。公司自主

设计和生产的 exiTin H630 TiN 金属硬掩膜 PVD 系统是国内首台专门针对 55-28nm 制程 12 寸金属硬掩膜设备。2016 年，公司 28nm/12 英寸晶圆生产的 TiN Hardmask PVD 进入国际供应链体系。2017 年公司紧随市场需求，更新设备工艺，推出适用于 28-14nm 制程的大马士革工艺的 exiTin H430 TiN Hardmask PVD 系统。

**LPCVD 设备在半导体薄膜淀积中应用最为广泛，具更低成本及更优性能。**该工艺是通过将反应器内进行沉积反应时的操作压力降低的一种 CVD 反应。和常压的 CVD 相比，LPCVD 设备有更低的综合成本、更高的产能和更好的薄膜性能。北方华创先后推出 THEORIS 302 LPCVD、HORIS L6371 多功能 LPCVD 等多个系列产品。

公司产品技术上不断突破，下游导入持续取得新进展：

- **硬掩板 (Had Mask) PVD 应用较为广泛。**硬掩膜为金属互连线提供精准控制和区域处理：硬掩膜工艺就是采用选定的图像、图形或物体对待处理图像(全部或局部)进行遮挡，来控制图像处理的区域或处理过程，广泛应用于 IC 制备流程的前段(FEOL)和后段工艺(BEOL)。2015 年，北方华创 TiN PVD 沉积系统获得海外主流 IC 厂订单，并正式进入国际先进 IC 大厂。由北方华创微电子自主设计和生产的 exiTin H630 TiN 金属硬掩膜物理气相沉积(Metal hardmask PVD)系统是专门针对 55-28nm 制程 12 寸金属硬掩膜设备。
- **铝衬垫 (Al Pad) PVD 60-28nm 导入客户，更先进制程支持加速验证。**芯片器件用使用 Al Pad PVD 用于其后道金属互联，提供电子信号、微链接等作用。Al Pad 物理气相沉积系统作为集成电路工艺中的一道重要工序，主要应用于 Bond pad 和 Al interconnect 工艺。公司于 2015 年推出 eVictor A830 Al Pad 物理气相沉积系统(配置 8 个工艺模块，可据客户需求多样化配置)。该设备目前已进入等国内、国外一线厂商，被应用于 90~28nm 制程产线，更先进制程正加速验证。2018 年北方华创 Al Pad PVD 成功进驻上海集成电路研发中心。
- **铜互联 (CuBS) PVD 已在客户获得放量订单。**金属铜可以降低互连线电阻率，因此铜互联技术被广泛使用。北方华创是 02 转向“14-7nm CuBS 多工艺腔室集成装备研发及产业化”项目执行单位。根据招投标统计，公司铜互联 PVD 已经实现突破，打破 AMAT 在该领域的垄断，极大打开公司在 PVD 领域的目标市场。
- **12 英寸氮化硅沉积设备导入下游龙头企业。**2020 年 4 月 7 日，北方华创 THEORIS SN302D 型 12 英寸氮化硅沉积设备 Move in 国内集成电路制造龙头企业。该设备的交付，意味着国产立式 LPCVD 设备在先进集成电路制造领域的应用拓展上实现重大进展。
- **12 英寸 ALD 已实现商用。**北方华创自 2014 年开始布局 ALD 设备，2017 年推出量产型单片 ALD 设备并首次交付。公司 Promi 系列 ALD 设备是用加热的方式，通过在工艺循环周期内分步向真空腔内添加前驱体、实现对膜层厚度的精确控制，可用于沉积 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、HfO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、TiN、TaN 和 ALN 等多种薄膜。

图表 30: 北方华创 PVD 机台 eVictor AX30 AI pad PVD



资料来源: 公司官网、国盛证券研究所

图表 31: 北方华创 LPCVD 机台 THEORIS SN302D



资料来源: 公司官网、国盛证券研究所

沈阳拓荆拥有三个完整系列 CVD 产品线, 累计出货量超过 100 台套。拓荆科技成立于 2010 年 4 月, 多次承担国家专项, 公司拥有 12 英寸 PECVD (等离子体化学气相沉积设备)、ALD (原子层薄膜沉积设备)、SACVD (次常压化学气相沉积设备) 三个完整系列产品。沈阳拓荆 2012 年推出 12 英寸多反应腔 PF-300T; 2014 年获得中芯国际首台量产机台 PF-300T 订单; 2016 年首台 ALD 出厂到客户端; 2017 年首台 3D Nand PECVD 出厂到客户端; 2018 年 12 英寸 ALD 获得客户端 14nm 工艺验证; 2020 年公司累计出货量超过 100 台套。公截止 2020 年底, 公司现有十余名海外专家, 员工总数超过 320 人, 累计申请专利超 470 项。

**PF-300T 设备:** 已用于 40-28 纳米集成电路的生产, 具有 14 纳米及以下技术的延展性, 可实现所有相关介质薄膜的沉积。同时已延伸至先进膜技术, 产品涵盖了高刻蚀选择比的 ACHM 硬掩膜、低介电常数的绝缘薄膜及 NDC 刻蚀阻挡层、超低介电常数的 ULK 薄膜, 可满足客户多种技术节点要求。

**PF-200T 设备:** 8 英寸设备, 和国际同类型二手设备相比, 具有产能高, 维护费用低的优势, 还可为客户提供完善的售后及工艺开发等服务。并可升级到 12 英寸, 或实现 8/12 英寸相互切换。

**NF-300H 设备:** 国产首台应用于新一代三维闪存芯片(3D NAND)生产线上的叠层薄膜沉积设备, 拥有自主知识产权。应用于 128 层及以上 3D NAND 闪存芯片的生产。可实现 SiO<sub>2</sub>、SiN(ONON)多层薄膜堆叠结构和 Thick TEOS 薄膜, 在均匀性、颗粒度、粗糙度、应力及产能等方面实现技术突破, 设备性能指标达同类产品水平。

**FT-300T 设备:** ALD 反应腔搭载在高产能的 PECVD 平台上, 满足了对设备产能的需求, 现已应用于先进的芯片制造、OLED 及先进封装(TSV)领域, 同时针对 14nm 以下前道工艺(FEOL)进行研制开发。现可提供具有高质量的 PEALD 和 Thermal ALD, 如 SiO<sub>2</sub>、SiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜, 并陆续开发金属氧化物及金属氮化物等薄膜工艺。



图表 32: 沈阳拓荆 12 英寸 PECVD 设备 PF-300T



资料来源: 公司官网、国盛证券研究所

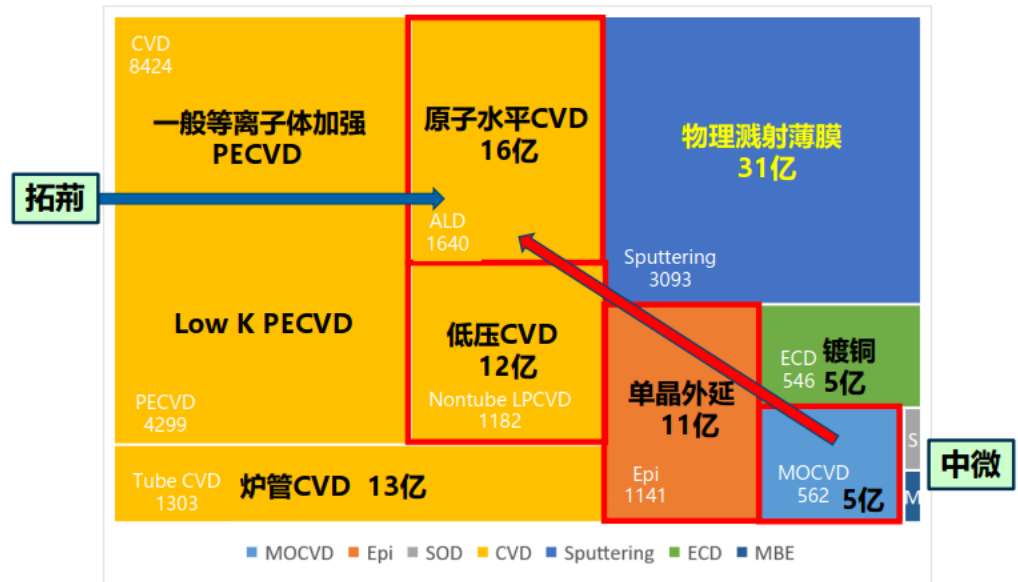
图表 33: 沈阳拓荆 12 英寸 ALD 设备 FT-300T



资料来源: 公司官网、国盛证券研究所

根据中微公司业绩会及定增公告披露, 公司研发布局薄膜市场。中微公司持有拓荆科技 11% 股权, 是其第三大股东。根据公司定增公告, 中微公司 CVD 研发项目包括 HPCVD、导体薄膜 LPCVD、ALD、EPI 等设备的开发及工艺应用开发。项目由公司副总裁级主管人员牵头主持, 其拥有 25 年以上的半导体从业经验, 在主机平台和 MOCVD 设备上有着丰富的经验。

图表 34: 中微公司战略规划



资料来源: 公司公告、国盛证券研究所

## 六、风险提示

**国产替代进展不及预期：**半导体设备及材料新技术难度较高，验证周期较长，具有一定的不确定性

**全球贸易纷争影响：**全球贸易纷争存在不确定性，尤其是科技领域竞争激烈，导致科技产业链具有不稳定性

**下游需求不确定性：**全球经济受疫情影响，下游需求存在不确定性



### 免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司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。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。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及资料保持在最新状态，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。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在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。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

### 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

### 投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
	行业评级	增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在10%以上

### 国盛证券研究所

#### 北京

地址：北京市西城区平安里西大街26号楼3层

邮编：100032

传真：010-57671718

邮箱：gsresearch@gszq.com

#### 南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦

邮编：330038

传真：0791-86281485

邮箱：gsresearch@gszq.com

#### 上海

地址：上海市浦明路868号保利One56 1号楼10层

邮编：200120

电话：021-38124100

邮箱：gsresearch@gszq.com

#### 深圳

地址：深圳市福田区福华三路100号鼎和大厦24楼

邮编：518033

邮箱：gsresearch@gszq.com