

# 刻蚀设备国产替代空间广阔，看好长期发展前景

## ——机械设备行业专题报告

专题研究小组成员：姚磊、宁前羽

2022年7月7日

### 证券分析师

姚磊

SACNO:1150518070002

bhzyqao@sina.cn

### 研究助理

宁前羽

SAC No: S1150120070020

ningqy@bhzyq.com

### 子行业评级

通用设备	看好
专用设备	中性
交运设备	中性
工程机械	中性
自动化设备	看好

### 重点品种推荐

中微公司	增持
北方华创	增持

### ● 技术层面，干法刻蚀是目前主流，原子层刻蚀为未来方向

刻蚀技术按工艺分类可分为湿法刻蚀和干法刻蚀，由于在刻蚀率、微粒损伤等方面具有较大的优势，干法刻蚀是目前主流技术。按被刻蚀材料特性不同，目前常用的方法可分为离子束刻蚀、等离子体刻蚀和反应离子刻蚀，其中电容性等离子体刻蚀（CCP）和电感性等离子体刻蚀（ICP）两种刻蚀设备基本覆盖目前主要的刻蚀应用。不过随着半导体制程的不断缩小，受光波长限制，关键尺寸无法满足要求，必须采用多重模板工艺，重复多次薄膜沉积和刻蚀工序以实现更小的线宽，使得薄膜沉积和刻蚀次数显著增加，10 纳米工艺和 7 纳米工艺所需刻蚀步骤更是超过 100 次。原子层刻蚀能够精密控制被去除材料量而不影响其他部分，能较好解决等离子刻蚀刻蚀速率差异与下层材料损伤等问题，未来有望发展为新一代主流刻蚀技术。

### ● 市场层面，刻蚀设备行业集中度高，发展空间广阔

2021 年中国大陆以 296 亿美元设备销售额连续第二年成为全球半导体设备最大市场，目前全球半导体设备市场主要被国外企业占据，2021 年全球前十五大半导体设备厂商排名中仅有 ASM Pacific Technology 来自中国香港，排名第 14 位。设备投资额方面，刻蚀设备在晶圆加工设备投资中占比 22.14%，是半导体产业中“第一大设备”。目前全球刻蚀设备行业的龙头企业仍然为泛林半导体、东京电子和应用材料三家，2020 年三家企业合计市场份额占到了全球刻蚀设备市场的 90% 以上，其中泛林半导体独占 44.7% 的市场份额。根据 SEMI 的预测，2022 年全球半导体设备市场规模将达到 1140 亿美元，我们预计 2022 年全球刻蚀设备规模将达到 250.8 亿美元，国内刻蚀设备市场规模将达到 75.24 亿美元。

### ● 未来看点：先进制程不断突破，国产替代未来可期

2014 年 9 月成立的大基金一期经过 5 年投资布局目前已进入回收期，在大基金助力下，国内刻蚀设备企业已实现部分先进制程突破，涌现出一批技术领先的龙头企业。大基金二期成立于 2019 年 10 月 22 日，注册资本为 2041.5 亿元，接力一期进行投资布局，我们预测，其重点可能倾斜设备和材料方向，将对包括光刻机、刻蚀机、薄膜设备、测试设备等领域企业提供进一步支持，帮助龙头企业巩固自身市场地位。预计将会带动万亿级别社会投资。从下游应用来看，目前我国 5G 建设仍处于高速发展阶段，考虑到“双碳”政策下锂电、光伏需求长期向好，看好国内先进制程闭环供应加速建设，我们认为刻蚀设备具备较大投资价值，建议关注中微公司（688012）、北方华创（002371）。

**风险提示：**疫情全球蔓延风险；宏观经济增速低于预期；原材料价格波动风险；全球贸易摩擦风险。

## 目 录

1.刻蚀设备工艺解析 .....	5
1.1 干法刻蚀是芯片制造的主流技术.....	5
1.1.1 离子束刻蚀.....	9
1.1.2 高密度等离子体刻蚀.....	9
1.1.3 反应离子刻蚀.....	11
1.2 等离子体刻蚀面临的问题.....	12
1.3 原子层刻蚀为未来技术发展方向.....	12
2.行业集中度高，刻蚀设备市场空间广阔.....	15
2.1 半导体设备市场快速发展，刻蚀设备价值量可观.....	15
2.2 泛林半导体占据刻蚀设备半壁江山.....	17
2.3 刻蚀设备市场空间测算.....	19
3.先进制程不断突破，国产替代未来可期.....	21
3.1 国产龙头趋显，“大基金”二期仍值得关注.....	21
3.2 贸易摩擦风险仍在，国内成熟制程闭环成发展重心.....	24
3.3 下游应用高景气，关注国产先进制程突破.....	25
4.关注企业与推荐标的 .....	26
4.1 中微公司 .....	27
4.2 北方华创 .....	28

## 图 目 录

图 1: 半导体产业链示意图.....	5
图 2: 晶圆加工厂分区图.....	6
图 3: 刻蚀流程示意图.....	7
图 4: 刻蚀速率、刻蚀偏差、选择比示意图.....	7
图 5: 刻蚀技术分类图.....	8
图 6: 离子束刻蚀机示意图.....	9
图 7: 电子回旋加速震荡 (ECR) 刻蚀机.....	10
图 8: 电容性等离子体刻蚀 (左)、电感性等离子体刻蚀 (右).....	10
图 9: 双等离子体源刻蚀机.....	11
图 10: 反应离子刻蚀机示意图.....	11
图 11: 等离子体刻蚀面临的问题.....	12
图 12: 10nm 多重模板工艺原理.....	13
图 13: ALE 改性、去除循环图.....	14
图 14: ALE 工艺示意图.....	14
图 15: 2013-2021 年全球半导体设备销售额 (亿美元).....	15
图 16: 2013-2021 年中国半导体设备销售额全球占比.....	16
图 17: 各类设备在晶圆产线中的价值占比.....	17
图 18: 2020 年全球刻蚀设备市场份额情况.....	18
图 19: 我国 5G 基站新增建设情况 (万个).....	25
图 20: 我国 5G 手机出货量情况 (万部).....	25
图 21: 2018-2022Q1 国内刻蚀设备重点上市公司营收状况 (亿元).....	26
图 22: 2021 年中微公司营业收入结构.....	27
图 23: 2018 年以来中微公司研发费用情况.....	27
图 24: 2021 年北方华创营业收入结构.....	28
图 25: 2018 年以来北方华创研发费用情况.....	28

## 表 目 录

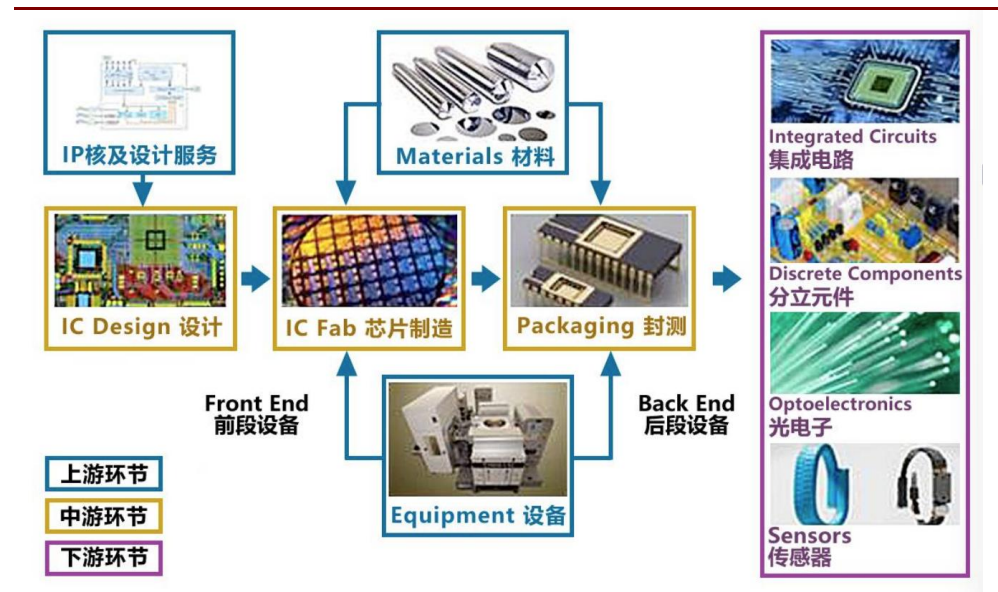
表 1: 晶圆加工设备及主要供应商概览.....	6
表 2: 刻蚀工艺优缺点对比.....	8
表 3: 刻蚀次数变化情况.....	13
表 4: 2021 年全球前十五大半导体设备厂商 (亿美元) .....	16
表 5: 刻蚀设备企业收购情况.....	18
表 6: 2022 年全球半导体设备细分领域市场份额测算 (亿美元) .....	19
表 7: 2022 年中国大陆半导体设备细分领域市场份额测算 (亿美元) .....	20
表 8: 大基金二期投资情况 (占股 5%以上) .....	21
表 9: 重点关注企业估值表.....	26
表 10: 北方华创产品体系表.....	29
表 11: 首次授予的股票期权行权业绩考核目标.....	30

## 1. 刻蚀设备工艺解析

### 1.1 干法刻蚀是芯片制造的主流技术

刻蚀设备处于半导体产业链上游环节。半导体产业链的上游由为设计、制造和封装测试环节提供软件及知识产权、硬件设备、原材料等生产资料的核心产业组成。半导体产业链的中游可以分为半导体芯片设计环节、制造环节和封装测试环节。半导体产业链的下游为半导体终端产品以及其衍生的应用、系统等。

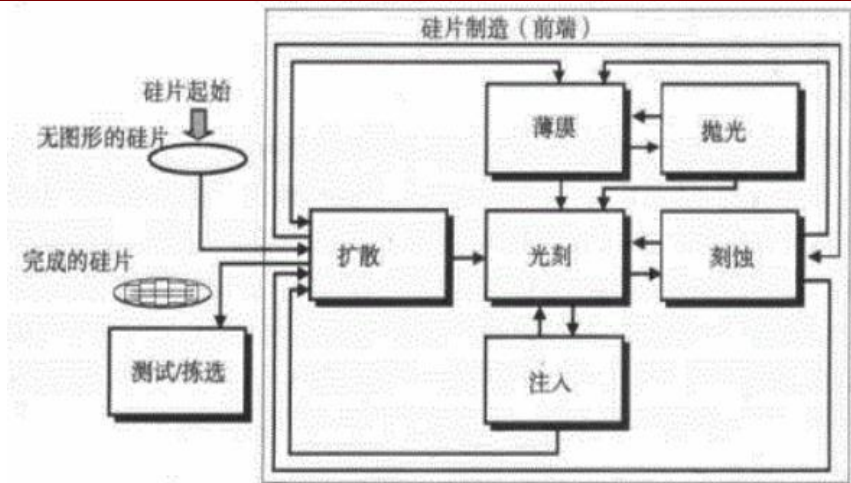
图 1：半导体产业链示意图



资料来源：中微公司招股书，渤海证券

在半导体制造工艺中，薄膜沉积、光刻、刻蚀三大工艺是半导体制造流程中最关键的环节，直接决定了芯片的分层结构、表面电路图形等，显著影响芯片的电学参数和应用性能。晶圆生产的过程中主要包括扩散、光刻、刻蚀、薄膜、离子注入和抛光六个步骤，这六个主要的生产区和相关设备以及测量工具都处于硅片厂的超净间中。

图 2: 晶圆加工厂分区图



资料来源:《半导体制造技术》, 渤海证券

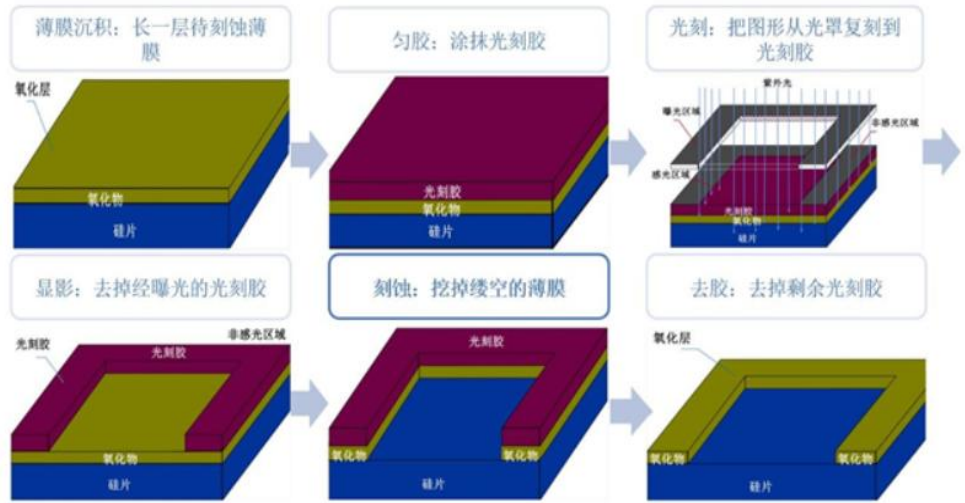
在晶圆加工阶段中, 其主要设备用途和国内外供应商为:

表 1: 晶圆加工设备及主要供应商概览

设备名称	设备用途	国内供应商	国外供应商
氧化炉	对半导体材料进行氧化处理	北方华创、中电科等	AMAT、Thermco 等
光刻机	将掩膜版上的图形转移到涂有光刻胶的衬底上	上海微电子、中电科、沈阳芯源等	ASML、Nikon、Canon 等
刻蚀机	离子高速撞击式样	中微公司、北方华创等	LAM、TEL、AMAT 等
离子注入设备	对半导体材料表面附近区域进行掺杂	中电科、中科信等	AMAT 等
CVD/PVD 设备	把靶原子或分子高速率溅射沉积在基片上形成薄膜	北方华创、中电科等	AMAT、LAM、TEL 等
CMP 设备	对半导体进行抛光研磨	华海清科、中电科等	AMAT 等

资料来源: 渤海证券

图 3: 刻蚀流程示意图

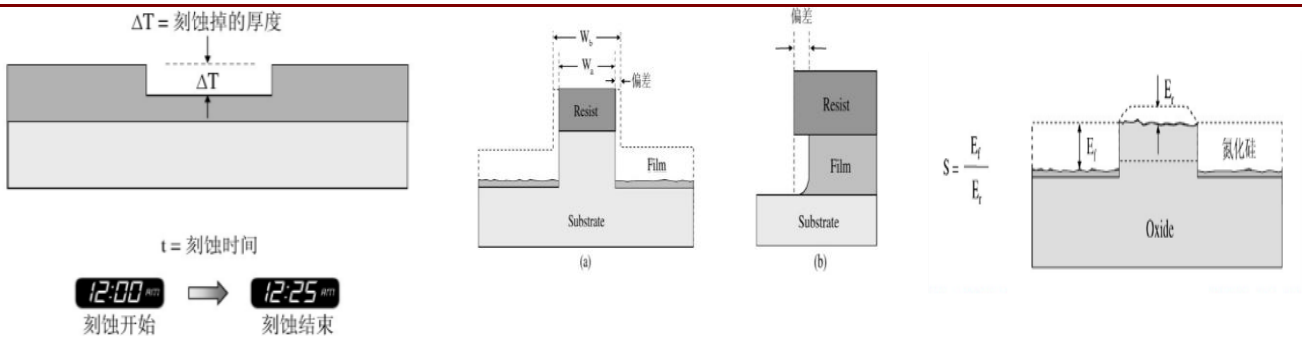


资料来源: 中微公司招股书, 渤海证券

刻蚀的基本目标是在涂胶的硅片上正确的复制掩模图形。刻蚀是指使用化学或物理方法有选择地从硅片表面去除不需要的材料的过程，并保证有图形的光刻胶在刻蚀中不受到腐蚀源显著的侵蚀。

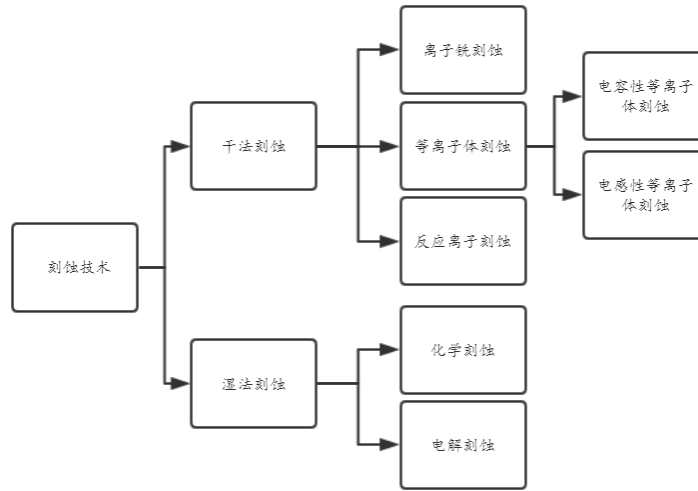
常用来代表刻蚀效率的参数主要有：刻蚀速率、刻蚀剖面、刻蚀偏差和选择比等。刻蚀速率指刻蚀过程中去除硅片表面材料的速度；刻蚀剖面指的是刻蚀图形的侧壁形状，通常分为各向同性和各向异性剖面；刻蚀偏差指的是线宽或关键尺寸间距的变化，通常由横向钻蚀引起；选择比指的是同一刻蚀条件下两种材料刻蚀速率比，高选择比意味着不需要的材料会被刻除。

图 4: 刻蚀速率、刻蚀偏差、选择比示意图



资料来源: 《半导体制造技术》, 渤海证券

图 5: 刻蚀技术分类图



资料来源:《半导体制造技术》, 渤海证券

刻蚀技术按工艺分类可分为湿法刻蚀和干法刻蚀, 其中干法刻蚀是最主要的用来去除表面材料的刻蚀方法, 湿法刻蚀主要包括化学刻蚀和电解刻蚀。由于在湿法刻蚀技术中使用液体试剂, 相对于干法刻蚀, 容易导致边侧形成斜坡、要求冲洗或干燥等步骤。因此干法刻蚀被普遍应用于先进制程的小特征尺寸精细刻蚀中, 并在刻蚀率、微粒损伤等方面具有较大的优势。

表 2: 刻蚀工艺优缺点对比

工艺名称	分类	主要步骤	优点	缺点
干法刻蚀	离子束刻蚀	以入射粒子高速撞击固体表面	1. 刻蚀剖面具有各向异性	1. 设备成本高 2. 下层材料刻蚀选择性较差
	高密度等离子体刻蚀	利用处于激发态的游离基和中性原子团发生化学反应	2. 化学品使用费用低 3. 具有较小的光刻胶脱落问题	
	反应离子刻蚀	使用例子辅助刻蚀		
湿法刻蚀		通过化学反应进行刻蚀	1. 成本低, 操作简单 2. 应用范围广, 几乎试用所有材料	1. 各向同性腐蚀, 易出现钻蚀 2. 化学试剂表面有张力, 不适宜刻蚀极细线条

资料来源: 中国知网, 渤海证券

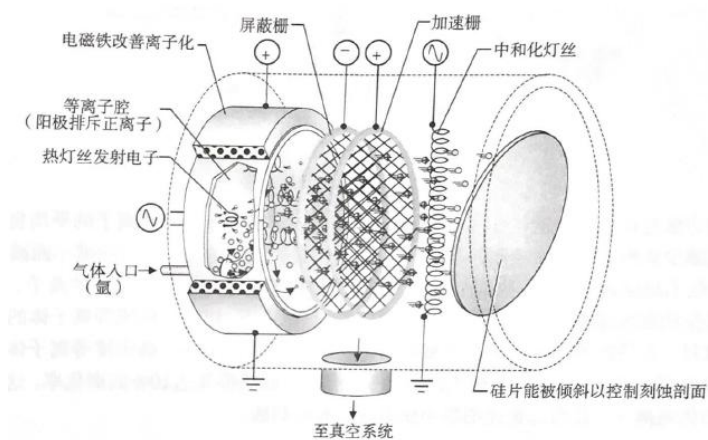
目前先进的集成电路制造技术中用于刻蚀关键层最主要的刻蚀方法是单片处理的高密度等离子体刻蚀技术。一个等离子体刻蚀机的基本部件包括发生刻蚀反应的反应腔、产生等离子体气的射频电源、气体流量控制系统、去除生成物的真空系统。刻蚀中会用到大量的化学气体, 通常用氟刻蚀二氧化硅, 氟和氟刻蚀铝, 氟、氟和溴刻蚀硅, 氧去除光刻胶。



### 1.1.1 离子束刻蚀

离子束刻蚀（IBE）是具有较强方向性等离子体的一种物理刻蚀机理。他能对小尺寸图型产生各向异性刻蚀，等离子体通常是由电感耦合 RF 源或微波源产生的。热灯丝发射快速运动的电子。氩原子通过扩散筛进入等离子体腔内。电磁场环绕等离子体腔，磁场使电子在圆形轨道上运动，这种循环运动是电子与氩原子产生多次碰撞，从而产生大量的正氩离子，正氩离子被从带格栅电极的等离子体源中引出并用一套校准的电极来形成高密度束流。

图 6：离子束刻蚀机示意图



资料来源：《半导体制造技术》，渤海证券

离子束刻蚀主要用于金、铂、铜等较难刻蚀的材料。优势在于硅片可以倾斜以获取不同的侧壁形状。但也面临低选择比和低刻蚀速率的问题。

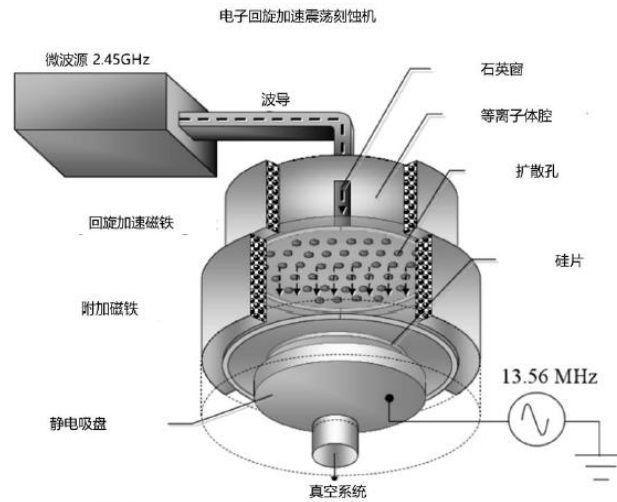
### 1.1.2 高密度等离子体刻蚀

在先进的集成电路制造技术中用于刻蚀关键层最主要的刻蚀方法是单片处理的高密度等离子体刻蚀技术。根据产生等离子体方法的不同，等离子体刻蚀主要分为电容性等离子体刻蚀（CCP）、电感性等离子体刻蚀(ICP)、电子回旋加速震荡（ECR）和双等离子体源。

电子回旋加速震荡（ECR）反应器是最早商用化的高密度等离子体反应器之一，它是 1984 年前后日本日立公司最早研究的，第一次使用是在 20 世纪 80 年代初。它在现代硅片制造中仍然用于 0.25 微米及以下尺寸图形的刻蚀。ECR 反应器的一个关键是磁场平行于反应剂的流动方向，这使自由电子由于磁力作用做螺旋形运动。增加了电子碰撞的可能性，从而产生高密度的等离子体。优点在于能产生

高的各向异性刻蚀图形，缺点是设备复杂度较高。

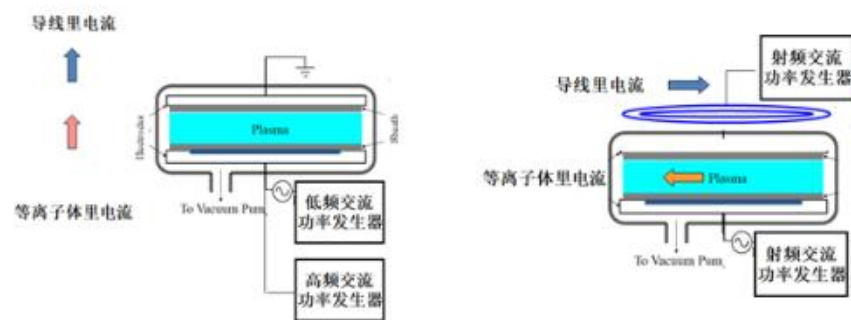
图 7: 电子回旋加速震荡 (ECR) 刻蚀机



资料来源:《半导体制造技术》，渤海证券

耦合等离子体刻蚀机包括电容耦合 (CCP) 与电感耦合 (ICP)，相比 ECR 结构简单且成本低。电容耦合等离子体刻蚀机 (CCP) 通过电容产生等离子体，而电感耦合等离子体刻蚀机 (ICP) 通过螺旋线圈产生等离子体。硅片基底为加装有低功率射频偏置发生器的电源电极，用来控制轰击硅片表面离子的能量，从而使整个装置能够分离控制离子的能量与浓度。

图 8: 电容性等离子体刻蚀 (左)、电感性等离子体刻蚀 (右)



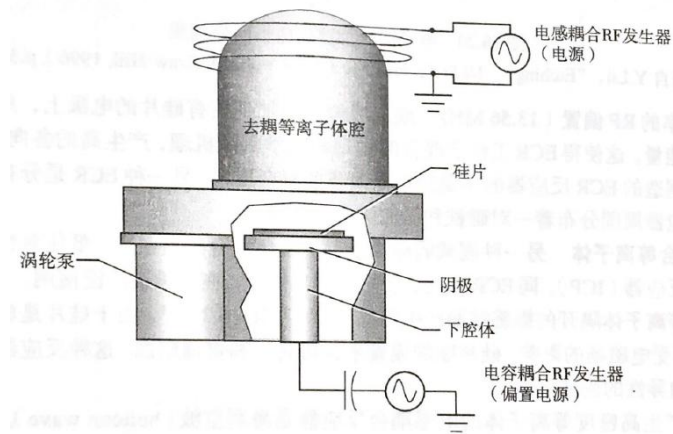
资料来源: 中微公司招股书，渤海证券

电容性等离子体刻蚀 (CCP) 主要是以高能离子在较硬的介质材料上，刻蚀高深宽比的深孔、深沟等微观结构；而电感性等离子体刻蚀 (ICP) 主要是以较低的离子能量和极均匀的离子浓度刻蚀较软的和较薄的材料。这两种刻蚀设备涵盖了主要的刻蚀应用。

双等离子体源刻蚀机主要由源功率单元、上腔体、下腔体和可移动电极四部分组

成。这一系统中用到了两个 RF 功率源。位于上部的射频功率源通过电感线圈将能量传递给等离子体从而增加离子密度，但是离子浓度增加的同时离子能量也随之增加。下部加装的偏置射频电源通过电容结构能够降低轰击在硅表面离子的能量而不影响离子浓度，从而能够更好地控制刻蚀速率与选择比。

图 9: 双等离子体源刻蚀机

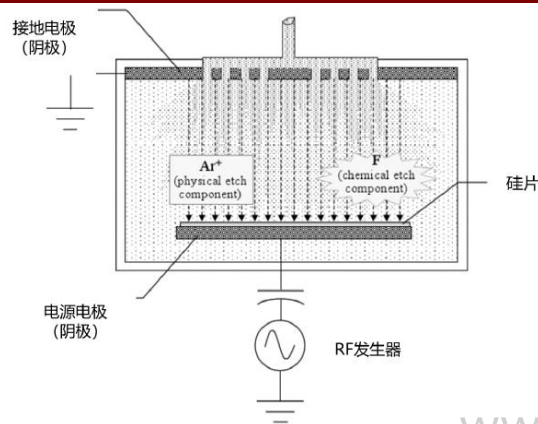


资料来源:《半导体制造技术》，渤海证券

### 1.1.3 反应离子刻蚀

反应离子刻蚀 (RIE) 是一种采用化学反应和物理离子轰击去除硅片表面材料的技术，是当前常用技术路径，属于物理和化学混合刻蚀。在传统的反应离子刻蚀机中，进入反应室的气体会被分解电离为等离子体，等离子体由反应正离子、自由基、反应原子等组成。反应正离子会轰击硅片表面形成物理刻蚀，同时被轰击的硅片表面化学活性被提高，之后硅片会与自由基和反应原子形成化学刻蚀。这个过程中由于离子轰击带有方向性，RIE 技术具有较好的各向异性。

图 10: 反应离子刻蚀机示意图

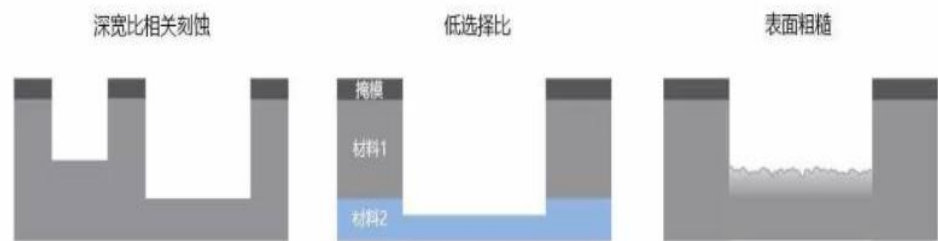


资料来源:《半导体制造技术》，渤海证券

## 1.2 等离子体刻蚀面临的问题

随着当前先进芯片关键尺寸的不断减小以及 FinFET 与 3D NAND 等三维结构的出现，不同尺寸的结构在刻蚀中的速率差异将影响刻蚀速率，对于高深宽比的图形窗口来说，化学刻蚀剂难以进入，反应生成物难以排出。另外，薄膜堆栈一般由多层材料组成，不同材料的刻蚀速率不同，很多刻蚀工艺都要求具有极高的选择比。第三个问题在于当达到期望深度之后，等离子体中的高能离子可能会导致硅片表面粗糙或底层材料损伤。

图 11：等离子体刻蚀面临的问题



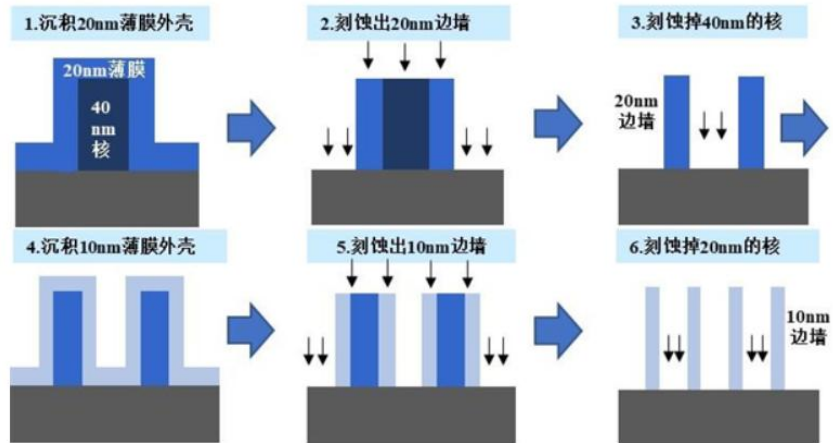
资料来源：半导体行业观察，渤海证券

干法刻蚀通常不能提供对下一层材料足够高的刻蚀选择比。在这种情况下，一个等离子体刻蚀机应装上一个终点检测系统，使得在造成最小的过刻蚀时停止刻蚀过程。当下一层材料正好露出来时，重点检测器会触发刻蚀机控制器而停止刻蚀。

## 1.3 原子层刻蚀为未来技术发展方向

随着国际上高端量产芯片从 14nm-10nm 阶段向 7nm、5nm 甚至更小的方向发展，当前市场普遍使用的沉浸式光刻机受光波长的限制，关键尺寸无法满足要求，必须采用多重模板工艺，利用刻蚀工艺实现更小的尺寸，使得刻蚀技术及相关设备的重要性进一步提升。

图 12: 10nm 多重模板工艺原理



资料来源：中微公司招股说明书，渤海证券

制程升级背景下，刻蚀次数显著增加。随着半导体制程的不断缩小，受光波长限制，关键尺寸无法满足要求，必须采用多重模板工艺，重复多次薄膜沉积和刻蚀工序以实现更小的线宽，使得薄膜沉积和刻蚀次数显著增加以及刻蚀设备在晶圆产线中价值比率不断上升，其中 20 纳米工艺需要的刻蚀步骤约为 50 次，而 10 纳米工艺和 7 纳米工艺所需刻蚀步骤则超过 100 次。

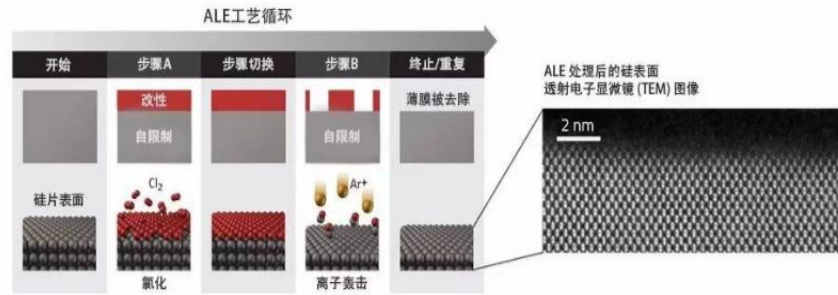
表 3: 刻蚀次数变化情况

产线制程	需要刻蚀次数
65nm	20
45nm	30
28nm	40
20nm	50
14nm	60
10nm	110
7nm	140
5nm	150

资料来源：SEMI，渤海证券

原子层刻蚀（ALE）将是下一代主流刻蚀技术。随着结构尺寸的不断缩小，等离子刻蚀面临刻蚀速率差异与下层材料损伤等问题。原子层刻蚀能够精密控制被去除材料量而不影响其他部分，可以用于定向刻蚀。目前原子层刻蚀在芯片制造领域并没有取代传统的等离子刻蚀工艺，而是被用于原子级目标材料精密去除的过程。

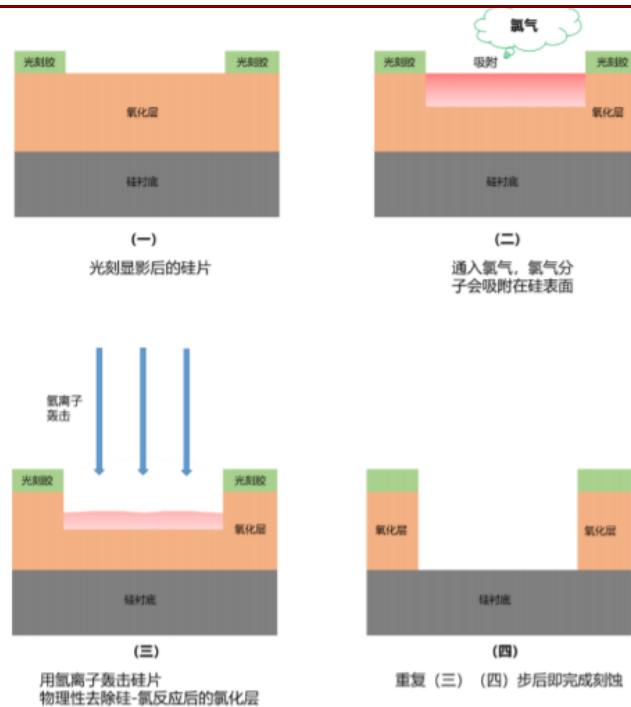
图 13: ALE 改性、去除循环图



资料来源: Lam Research, 渤海证券

目前实现这一技术的一大关键在于将刻蚀工艺分为两个步骤: 改性和去除。第一步对表面层进行改性处理, 使其在第二部中能够被轻易去除。每次循环只除去一层材料, 可重复循环至达到期望的深度。

图 14: ALE 工艺示意图



资料来源: Lam Research, 渤海证券

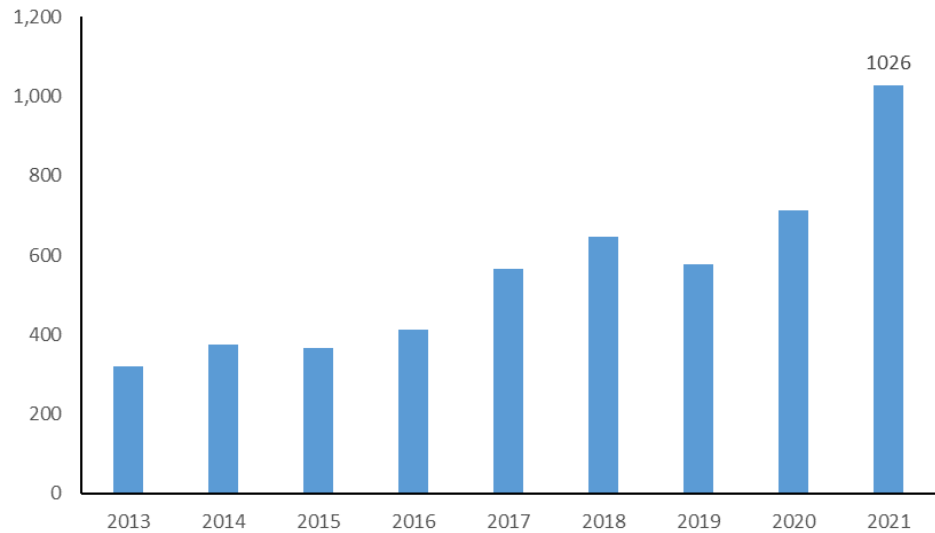
以硅片上的原子层刻蚀为例, 首先, 氯气被导入刻蚀腔, 氯气分子吸附于硅材料的表面, 形成一个氯化层。这一步改性步骤具有自限制性: 表面一旦饱和, 反应立即停止。紧接着清楚刻蚀腔中过量的氯气, 并引入氩离子。使这些离子轰击硅片, 物理性去除硅-氯反应后产生的氯化层, 进而留下下层未经改性的硅表面。这种去除过程仍然依靠自限制性, 在氯化层被全部去除后, 过程中止。以上两个步骤完成后, 一层极薄的材料就能被精准的从硅片上去除。

## 2.行业集中度高，刻蚀设备市场空间广阔

### 2.1 半导体设备市场快速发展，刻蚀设备价值量可观

半导体设备市场快速发展，2022 有望再创新高。随着 2013 年以来全球半导体行业的整体发展，半导体设备行业市场规模也实现快速增长。根据 SEMI 统计，2013 年到 2020 年间，全球半导体设备销售额由 320 亿美元提升至 712 亿美元，年复合增速达到 12.10%。2021 年全球半导体设备市场规模突破 1000 亿美元，达到历史新高的 1026 亿美元，同比大增 44%。根据 SEMI 预测，2022 年全球半导体设备市场有望再创新高，达到 1140 亿美元。

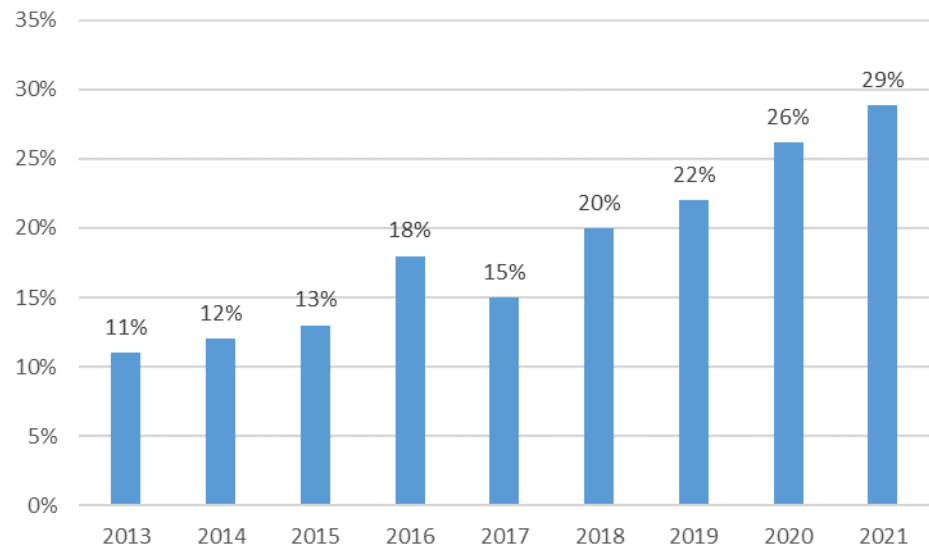
图 15: 2013-2021 年全球半导体设备销售额（亿美元）



资料来源：SEMI，同花顺 iFinD，渤海证券

中国大陆设备市场全球占比不断升高。2013 年以来，中国大陆半导体设备市场规模不断增长，从 2013 年 35 亿美元的增长至 2021 年的 296 亿美元，占全球市场比例由 11%提升至 29%。2021 年中国大陆以 296 亿美元设备销售额连续第二年成为半导体设备最大市场，增长约 58%。韩国是第二大设备市场，销售额增长 55%，达到 250 亿美元。中国台湾地区增长 45%，达到 249 亿美元，位居第三。

图 16: 2013-2021 年中国半导体设备销售额全球占比



资料来源: SEMI, IT之家, 渤海证券

目前全球半导体设备的市场主要由国外厂商高度垄断。根据芯智讯发布的基于各公司财报统计数据显示,在未剔除 FPD 设备及相关服务收入、以 2021 年度中间汇率为基准进行计算,2021 年全球前十五大半导体设备厂商中仅有一家 ASM Pacific Technology 来自中国香港,2021 年销售额为 17.39 亿美元,位列榜单第 14 位。整体来看目前全球半导体设备市场主要被外国市场垄断。

表 4: 2021 年全球前十五大半导体设备厂商 (亿美元)

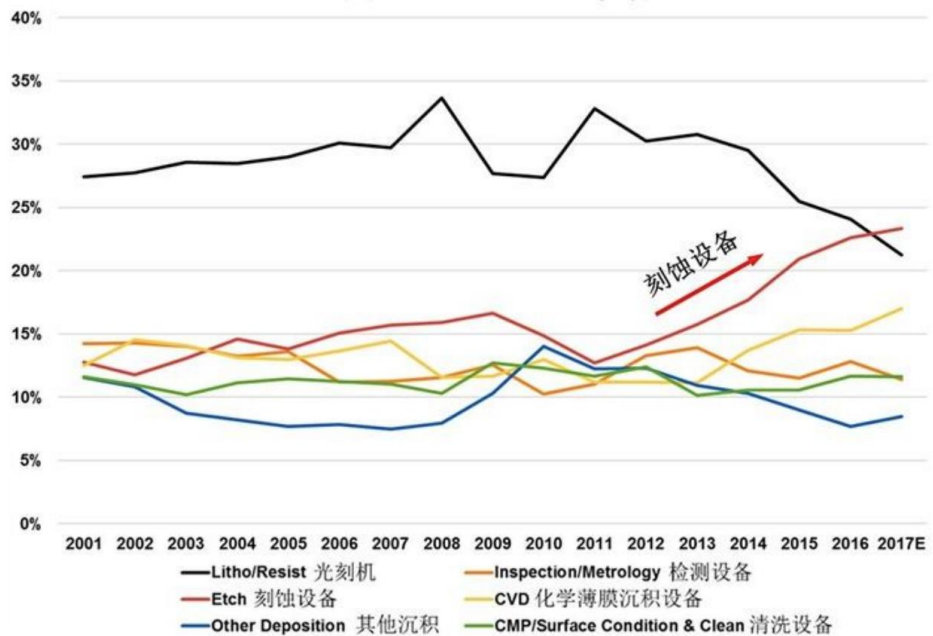
排名	企业名称	地区	2021 年销售额
1	Applied Materials	美国	241.72
2	ASML	荷兰	217.75
3	Tokyo Electron	日本	172.78
4	Lam	美国	165.24
5	KLA	美国	81.65
6	Advantest	日本	39.07
7	Teradyne	美国	37.03
8	Screen	日本	36.32
9	SEMES	韩国	24.86
10	Hitachi High-Tech	日本	24.53 (预测)
11	DISCO	日本	21.67
12	ASM International	荷兰	20.24
13	Nikon	日本	19.98
14	ASM Pacific Technology	中国香港	17.39
15	Kokusai Electric	日本	16.38

资料来源: 芯智讯, 渤海证券



刻蚀设备投资占比不断，成为半导体产业第一大设备。先进集成电路大规模生产线的投资可达 100 亿美元，75%以上是半导体设备投资，其中最关键、最大宗的设备是等离子体刻蚀设备。根据 SEMI 的统计数据，2018 年晶圆加工设备价值构成中，刻蚀、光刻、CVD 设备占比分别为 22.14%、21.30%、16.48%，刻蚀设备成为半导体产业第一大设备。过去 50 年中，人类微观加工能力不断提升，从电子管计算机到现在的 14 纳米、7 纳米器件，微观器件的基本单元面积缩小了一万亿倍。由于光的波长限制，20 纳米以下微观结构的加工更多使用等离子体刻蚀和薄膜沉积的组合。集成电路芯片的制造工艺需要成百上千个步骤，其中等离子体刻蚀就需要几十到上百个步骤，是在制造过程中使用次数频多、加工过程非常重要的重要加工技术。

图 17: 各类设备在晶圆产线中的价值占比

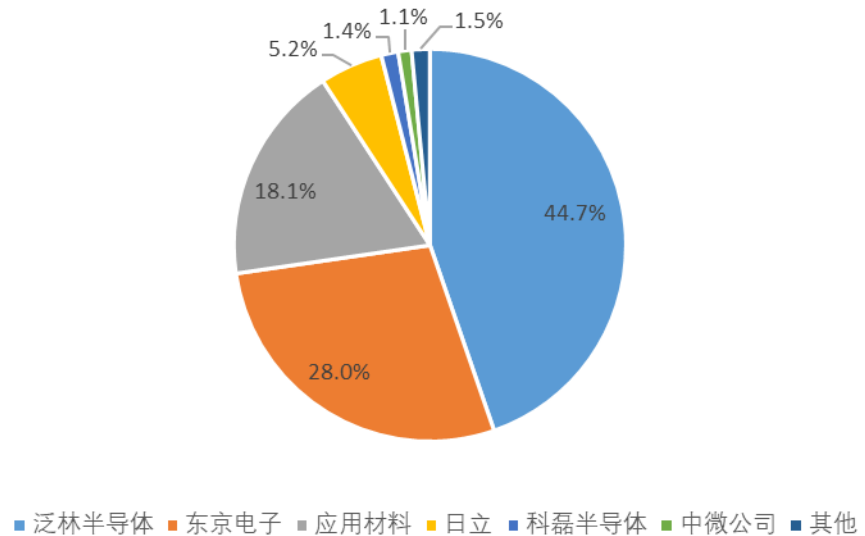


资料来源: SEMI, 中微公司招股书, 渤海证券

## 2.2 泛林半导体占据刻蚀设备半壁江山

光刻机和刻蚀机作为产业的核心装备，占据了半导体设备投资中较大的份额。随着半导体技术进步中器件互连层数增多，介质刻蚀设备的使用量不断增大，泛林半导体利用其较低的设备成本和相对简单的设计，逐渐在 65nm、45nm 设备市场超过 TEL 等企业，占据了全球大半个市场，成为行业龙头。根据 Gartner 的数据显示，目前全球刻蚀设备行业的龙头企业仍然为泛林半导体、东京电子和应用材料三家，从市占率情况来看，2020 年三家企业的合计市场份额占到了全球刻蚀设备市场的 90%以上，其中泛林半导体独占 44.7%的市场份额。

图 18: 2020 年全球刻蚀设备市场份额情况



资料来源: 中商情报网, 渤海证券

全球龙头持续投入, 加强研发、外围并购维持竞争力。应用材料于 2018 年 6 月宣布成立材料工程技术推动中心 (META 中心), 主要目标是加快客户获得新的芯片制造材料和工艺技术, 从而在半导体性能、成本方面实现突破。

泛林半导体依靠自身巨大的研发投入和强大的研发团队, 自主研发核心技术, 走在半导体设备的技术前沿, 开创多个行业标准, 如其 KIYO 系列创造了业内最高生产力、选择比等多项记录, 其 ALTUSMaxE 系列采用业界首款低氟钨 ALD 工艺, 被视作钨原子层沉积的行业标杆。除此之外, 泛林半导体首创 ALE 技术, 实现了原子级别的可变控制性和业内最高选择比。

表 5: 刻蚀设备企业收购情况

企业名称	收购时间	被收购企业	收购原因
泛林半导体	2006	Silfex	提高产线产量
	-	BullenSemiconductor	为腔室提供高性能关键部件
	2007	SEZ Group	提供湿法刻蚀设备
	-	NovellusSystems	打通薄膜沉积和表面处理产品线
东京电子	2017	Coventor	7nm 刻蚀设备的研发
	2007	Epion	提高产线产量
应用材料	2012	FSI International	提供刻蚀和清洗结合的解决方案
	2009	Semitool	提供刻蚀和清洗结合的解决方案
	2011	Varian	回归等离子移植设备市场
	2016	DRMSim	拓展软件业务
	2019	国际电气	加强公司晶圆处理系统领先地位

资料来源: 公司公告, 渤海证券

## 2.3 刻蚀设备市场空间测算

### 全球刻蚀设备测算

测算方法：基于 SEMI 对 2022 年全球半导体设备市场的预测值为 1140 亿美元。结合各类设备所占的投资比例，晶圆制造阶段占比 80%，其中光刻设备 26%、刻蚀设备 28%、薄膜沉积设备 21%、离子注入设备 5%、检测设备 10%、其他设备 10%；封装阶段占比 6%；测试阶段占比 9%；其他设备占比 5%。预计 2022 年全球刻蚀设备市场规模约为 250.8 亿美元。

表 6：2022 年全球半导体设备细分领域市场份额测算（亿美元）

设备分类	市场占比	2022E 销售规模
光刻设备	21%	239.4
刻蚀设备	22%	250.8
晶圆制造		
薄膜沉积设备	17%	193.8
离子注入设备	4%	45.6
检测设备	8%	91.2
其他设备	8%	91.2
测试设备	9%	102.6
封装设备	6%	68.4
其他设备	5%	57

资料来源：SEMI，渤海证券

## 中国大陆刻蚀设备测算

测算方法：基于 SEMI 对 2022 年全球半导体设备市场的预测值为 1140 亿美元，国内设备市场占全球 30% 计算。结合各类设备所占的投资比例，晶圆制造阶段占比 80%，其中光刻设备 26%、刻蚀设备 28%、薄膜沉积设备 21%、离子注入设备 5%、检测设备 10%、其他设备 10%；封装阶段占比 6%；测试阶段占比 9%；其他设备占比 5%。预计 2022 年国内刻蚀设备市场空间约为 75.24 亿美元。

表 7：2022 年中国大陆半导体设备细分领域市场份额测算（亿美元）

	设备分类	市场占比	2022E 销售规模
晶圆制造	光刻设备	21%	71.82
	刻蚀设备	22%	75.24
	薄膜沉积设备	17%	58.14
	离子注入设备	4%	13.68
	检测设备	8%	27.36
	其他设备	8%	27.36
	测试设备	9%	30.78
	封装设备	6%	20.52
	其他设备	5%	17.1

资料来源：SEMI，渤海证券

### 3.先进制程不断突破，国产替代未来可期

#### 3.1 国产龙头趋显，“大基金”二期仍值得关注

**“大基金”一期有序退出，进入回收末期。**由国家工信部、财政部的指导下设立的国家集成电路产业投资基金股份有限公司成立于 2014 年 9 月，注册资本 987.20 亿元。从投资领域来看，大基金一期以 IC 制造为主，具体分布为：集成电路制造 63%，设计 20%，封测 10%，装备材料类 7%。从投资模式来看，大基金一期的投资方式包括公开股权投资、非公开股权投资、协助并购以及投资相关子基金公司等等，其中公开投资公司为 23 家，未公开投资公司为 29 家，累计有效投资项目达到 70 个左右。大基金一期投资总期限计划为 15 年，分为投资期(2014-2019 年)、回收期(2019-2024 年)。按此布局，国家大基金一期项目已经进入回收期。

**二期基金完成募集，接力一期进行投资布局。**国家集成电路产业投资基金二期于 2019 年 10 月 22 日注册成立，注册资本为 2041.5 亿，规模上超过一期的 1387 亿元，共有 27 位股东，包括财政部、国开金融、中国烟草等国家机关部门以及国家级资金，还有地方政府背景资金、央企资金、民企资金以及其他投资资金。预计将会带动万亿社会投资。根据同花顺企业库数据，截至 2022 年 7 月 4 日，大基金二期参控股公司数量为 381 家。从国家大基金总裁丁文武讲话来看，大基金二期致力于打造一个集成电路产业链供应体系。我们预测，其重点可能倾斜设备和材料方向，将对包括光刻机、刻蚀机、薄膜设备、测试设备等领域企业提供进一步支持，帮助龙头企业巩固自身市场地位。随着大基金二期的募资完成开始投资，2022 年半导体设备行业发展仍值得关注，在下游需求高景气背景下，预计半导体设备行业将迎来新一轮投资高潮。

表 8: 大基金二期投资情况（占股 5%以上）

序号	控股企业名称	投资比例
1	上海新昇晶科半导体科技有限公司	43.86%
2	杭州长川智能制造有限公司	33.33%
3	润西微电子(重庆)有限公司	33.00%
4	长鑫集电(北京)存储技术有限公司	31.53%
5	杭州富芯半导体有限公司	31.22%
6	合肥沛顿存储科技有限公司	31.05%
7	长江存储二期科技有限责任公司	30.00%
8	中芯京城集成电路制造(北京)有限公司	24.49%
9	中芯南方集成电路制造有限公司	23.08%

序号	控股企业名称	投资比例
10	广州新锐光掩模科技有限公司	21.28%
11	中芯东方集成电路制造有限公司	16.76%
12	厦门士兰集科微电子有限公司	14.66%
13	上扬软件(成都)有限公司	14.56%
14	合肥上扬智能科技有限公司	14.56%
15	上扬软件(上海)有限公司	14.56%
16	皖扬软件(合肥)有限公司	14.56%
17	申扬软件(北京)有限公司	14.56%
18	无锡新致华桑电子有限公司	13.95%
19	北京云枢创新软件技术有限公司	13.95%
20	上海合见科技有限公司	13.95%
21	上海新致华桑电子有限公司	13.95%
22	南京谱芯软件有限责任公司	13.95%
23	上海合见工业软件集团有限公司	13.95%
24	赴能软件科技(上海)有限公司	13.95%
25	北京新享科技有限公司	10.47%
26	长鑫存储技术有限公司	9.80%
27	长鑫存储技术(上海)有限公司	9.80%
28	睿力集成电路有限公司	9.80%
29	北京久芯科技有限公司	9.80%
30	合肥长鑫科技服务有限公司	9.80%
31	长鑫存储技术(西安)有限公司	9.80%
32	长鑫芯聚股权投资(安徽)有限公司	9.80%
33	成都佰维存储科技有限公司	9.52%
34	惠州佰维存储科技有限公司	9.52%
35	深圳佰维特存科技有限公司	9.52%
36	深圳佰维存储科技股份有限公司	9.52%
37	杭州芯势力半导体有限公司	9.52%
38	安徽启航鑫睿私募基金管理有限公司	8.82%
39	珠海极海半导体有限公司	7.89%
40	上海领帆微电子有限公司	7.89%
41	珠海艾派克微电子有限公司	7.89%
42	极海半导体(深圳)有限公司	7.89%
43	成都极海科技有限公司	7.89%
44	珠海领芯科技有限公司	7.89%
45	上海极海盈芯科技有限公司	7.89%
46	珠海联芯科技有限公司	7.89%
47	郑州极海微电子有限公司	7.89%
48	思特威(昆山)电子科技有限公司	7.39%
49	北京思特威电子科技有限公司	7.39%
50	思特威(深圳)电子科技有限公司	7.39%

序号	控股企业名称	投资比例
51	思特威(合肥)电子科技有限公司	7.39%
52	思特威(上海)电子科技股份有限公司	7.39%
53	上海思特威集成电路有限公司	7.39%
54	昆山思特威集成电路有限公司	7.39%
55	北京智芯微电子科技有限公司	7.19%
56	北京智芯半导体科技有限公司	7.19%
57	深圳市国电科技通信有限公司	7.19%
58	深圳智芯微电子科技有限公司	7.19%
59	北京芯可鉴科技有限公司	7.19%
60	尚睿微电子(上海)有限公司	6.54%
61	广州慧智微电子股份有限公司	6.54%
62	尚睿微电子(广州)有限公司	6.54%
63	深圳赛芯电子科技有限公司	5.16%
64	苏州赛芯电子科技股份有限公司	5.16%
65	上海赛邦电子科技有限公司	5.16%
66	上海赛帮微电子有限公司	5.16%
67	长鑫新桥存储技术有限公司	5.00%

资料来源: 同花顺 iFinD, 渤海证券 (截至 2022.7.4)

### 3.2 贸易摩擦风险仍在，国内成熟制程闭环成发展重心

2020年5月16日，美国商务部宣布修改出口管制规定，限制使用美国芯片制造设备的外国公司再向华为或海思等关联公司供应部分芯片，其供应商在为华为及其子公司供货前都应向美国商务部申请许可证，使得中美贸易摩擦再度升温。我们认为，半导体行业是美国制约中国发展的一大手段，目前我国先进制程工艺多数采用美国工艺，在美国对国内行业打压日益增大的背景下，完善国内成熟工艺产业链闭环，在此基础上稳步发展先进制程或将成为国内半导体行业发展趋势。

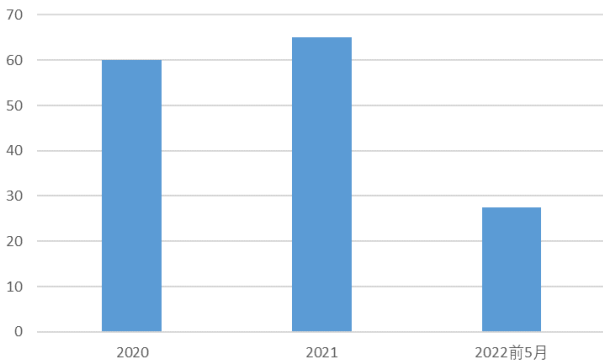
以中芯国际为例，2020年12月18日公司发布关于纳入实体清单的说明公告，称公司在被美国商务部列入“实体清单”后，对公司10nm及以下先进工艺的研发及产能建设产生了重大不利影响。公司主要材料及设备供应商多数为境外公司，分别来自于日本、韩国、荷兰、美国等国家。2016-2019年公司来自美国的主营业务收入占比分别为40.01%、31.61%及26.36%。如果未来贸易摩擦持续升级，出现限制进出口或提高关税等问题，我国半导体设备行业可能面临设备、原材料短缺和客户流失的风险。



### 3.3 下游应用高景气，关注国产先进制程突破

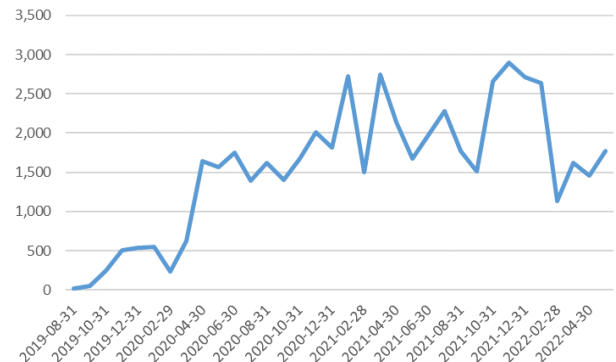
**5G 建设高速发展，设备出货量带动行业需求。**根据工信部发布的数据，2022 年 1-5 月我国新建 5G 基站达到 27.5 万个，截至 5 月末，5G 基站总数达 170 万个，占移动基站总数的 16.7%，占比较上年末提高 2.4 个百分点。2022 年 5 月，国内市场手机出货量 2080.5 万部，同比下降 9.4%，其中 5G 手机出货量为 1773.9 万部，同比增长 6.0%，占同期手机出货量的 85.3%。预计未来随着 5G 基础设施的进一步发展，5G 手机出货量占比将进一步提升，有利带动半导体器件、设备需求。

图 19: 我国 5G 基站新增建设情况 (万个)



资料来源: WIND, 渤海证券

图 20: 我国 5G 手机出货量情况 (万部)



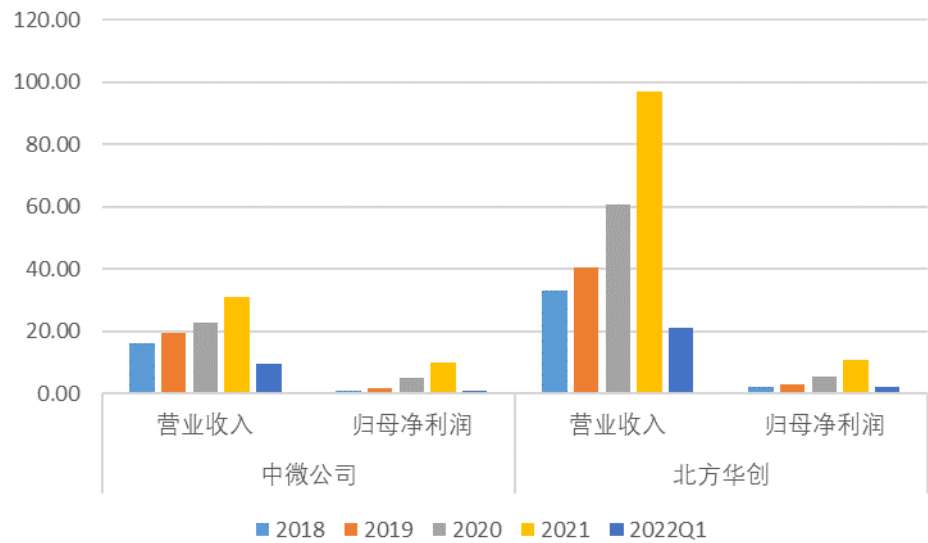
资料来源: 工信部, 渤海证券

**国内刻蚀企业已实现部分先进制程突破。**根据中微公司 7 月 4 日发布的公告，公司的刻蚀设备在国内主要客户端市场占有率不断提升，公司开发的 12 英寸高端刻蚀设备已运用在国际知名客户 65 纳米到 5 纳米等先进的芯片生产线上；同时，公司根据先进集成电路厂商的需求，已开发出小于 5 纳米刻蚀设备用于若干关键步骤的加工，并已获得行业领先客户的批量订单。公司目前正在配合客户需求，开发新一代刻蚀设备和包括更先进大马士革在内的刻蚀工艺，能够涵盖 5 纳米以下更多刻蚀需求和更多不同关键应用的设备。

## 4.关注企业与推荐标的

目前我国先进制程刻蚀设备国产化率仍较低,核心技术水平与国外仍有一定差距,近年来随着国家政策对半导体行业的大力支持,国内刻蚀设备龙持续加大研发投入,目前在部分细分设备领域已经取得了一定的成绩。从下游应用来看,目前我国5G建设仍处于高速发展阶段,考虑到“双碳”政策下锂电、光伏需求长期向好,看好国内先进制程闭环供应加速建设,我们认为刻蚀设备具备较大投资价值,建议关注中微公司(688012)、北方华创(002371)。

图 21: 2018-2022Q1 国内刻蚀设备重点上市公司营收状况(亿元)



资料来源: 同花顺 iFinD, 渤海证券

表 9: 重点关注企业估值表

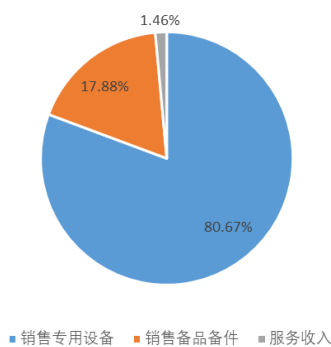
公司名称	公司代码	股价(元)	市值(亿元)	市盈率(TTM)	每股净资产(2022Q1)	每股收益(2022Q1)
中微公司	688012.SH	126.42	779.06	78.63	22.62	0.19
北方华创	002371.SZ	294.00	1550.42	128.03	32.14	0.39

资料来源: WIND, 渤海证券(截至2022年7月6日)

## 4.1 中微公司

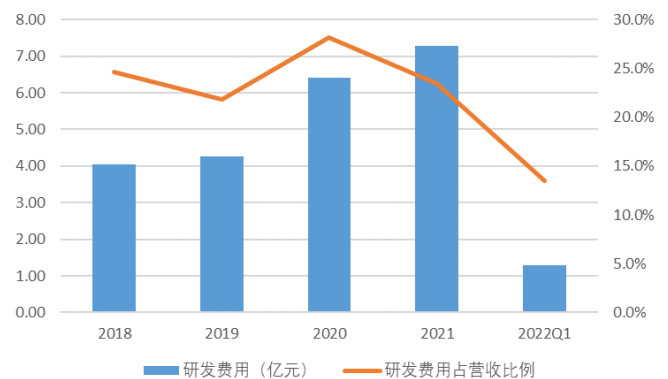
中微半导体设备（上海）股份有限公司主要从事高端半导体设备的研发、生产和销售。公司由尹志尧，杜志游，倪图强，麦仕义等多位专家联合创立，在科创板 IPO 发行上市。核心产品包括集成电路领域的等离子体刻蚀设备、深硅刻蚀设备和 MOCVD 设备。2022 年一季度实现营业收入 9.49 亿元，较去年同期增长 57.31%，实现归属于上市公司股东的净利润 1.17 亿元，与上年同期相比减少 14.94%。

图 22: 2021 年中微公司营业收入结构



资料来源: 同花顺 iFinD, 渤海证券

图 23: 2018 年以来中微公司研发费用情况



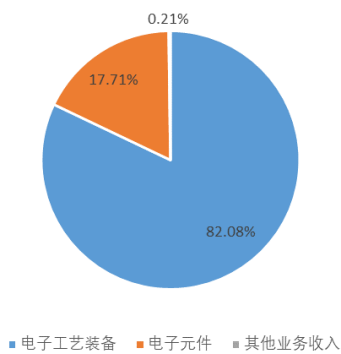
资料来源: 同花顺 iFinD, 渤海证券

**公司公告 2022 年半年度业绩预告。**2022 年 7 月 6 日，中微公司发布《2022 年半年度业绩预告的自愿性披露公告》。公告称，2022 年上半年，公司克服疫情的不利影响，同时受益于设备市场发展以及公司产品竞争优势，公司 2022 年上半年的营业收入和毛利同比均有大幅增长。公司预计 2022 年半年度营业收入约 19.7 亿元，同比增长约 47.1%（2021 年上半年营业收入 13.4 亿元，同比增长约 36.8%）；新增订单约 30.6 亿元，同比增长约 62%。公司预计 2022 年半年度实现归属于母公司所有者的净利润为 42,000 万元到 48,000 万元，同比增加 5.89% 到 21.02%。公司预计 2022 年半年度实现归属于母公司所有者的扣除非经常性损益的净利润为 41,000 万元到 45,000 万元，同比增加 565.42%到 630.34%。

## 4.2 北方华创

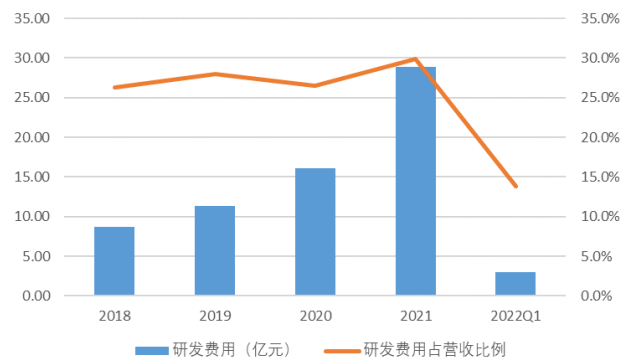
国内半导体设备行业领先企业，由七星电子和北方微电子战略重组而成，在国内外半导体设备市场具有将强的竞争力和知名度。主要从事半导体基础产品的研发、生产、销售和技术服务，主要产品为电子工艺装备和电子元器件，是国内主流高端电子工艺装备供应商，也是重要的高精密电子元器件生产基地。2022 年一季度公司实现营业收入 21.36 亿元，同比增长 50.04%；实现归母净利润 2.06 亿元，同比增长 183.18%。

图 24：2021 年北方华创营业收入结构



资料来源：同花顺 iFind，渤海证券

图 25：2018 年以来北方华创研发费用情况



资料来源：同花顺 iFind，渤海证券

公司是目前国内半导体设备企业中产品线种类最全的公司，产品体系包括半导体装备、真空装备、新能源锂电装备、精密元器件四大类。近年来公司持续加大研发投入，持续开展先进制程设备研发，考虑到国产装备仍有较大替换空间，看好公司长期发展前景。

**表 10: 北方华创产品体系表**

<b>分类</b>	<b>产品名称</b>
半导体装备	等离子刻蚀设备
	物理气相沉积设备
	化学气相沉积设备
	氧化扩散设备
	清洗设备
	紫外固化设备
	移载传送设备
	气体测量控制
	备件备品
	原子层沉积设备
	辅助设备
真空装备	钎焊工艺设备
	晶体生长设备
	热处理工艺设备
	烧结工艺设备
	磁性材料设备
新能源锂电装备	制浆系统
	极片涂布机系统
	强力轧膜机系列
	极片分切机系列
	MES 管理系统
	锂电新设备新工艺开发与验证中心
精密元器件	<u>锂电池整线方案设计</u>
	电源模块
	晶体器件
	精密电阻器
	微波组件
	钽电容器

资料来源：北方华创官网，渤海证券

**绑定核心技术人才，推出 2022 股权激励计划。**为激励公司任职的核心技术人才和管理骨干诚信勤勉地开展工作，保证公司业绩稳步提升，确保公司发展战略和经营目标的实现，公司 2022 年 6 月 13 日公告《2022 年股票期权激励计划实施考核管理办法》。本股权激励草案首次授予的激励对象不超过 840 人，其中公司核心技术人才不超过 777 人，公司管理骨干不超过 63 人，不含董事和高级管理人员。公司核心技术人才获售股票期权份额 960.3 万份，占股票期权授予总量的 73%，公司管理骨干获售股票期权份额 89.7 万份，占股票期权授予总量的 7%。办法规定本次授予的股票期权，在行权期的 4 个会计年度中，分年度进行业绩考核并行权，以达到业绩考核目标作为激励对象的行权条件。

www.767stock.com

表 11: 首次授予的股票期权行权业绩考核目标

行权期	行权比例	业绩考核目标
第一个行权期	25%	公司 2023 年营业收入增长率不低于对标企业算术平均增长率; 2023 年研发投入占营业收入比例不低于对标企业算术平均比例; 2023 年专利申请量 $\geq 500$ 件; 公司 2021-2023 年 EOE 算数平均值不低于 16%; 公司 2021-2023 年利润率算数平均值不低于 8%。
第二个行权期	25%	公司 2024 年营业收入增长率不低于对标企业算术平均增长率; 2024 年研发投入占营业收入比例不低于对标企业算术平均比例; 2024 年专利申请量 $\geq 500$ 件; 公司 2022-2024 年 EOE 算数平均值不低于 16%; 公司 2022-2024 年利润率算数平均值不低于 8%。
第三个行权期	25%	公司 2025 年营业收入增长率不低于对标企业算术平均增长率; 2025 年研发投入占营业收入比例不低于对标企业算术平均比例; 2025 年专利申请量 $\geq 500$ 件; 公司 2023-2025 年 EOE 算数平均值不低于 16%; 公司 2023-2025 年利润率算数平均值不低于 8%。
第四个行权期	25%	公司 2026 年营业收入增长率不低于对标企业算术平均增长率; 2026 年研发投入占营业收入比例不低于对标企业算术平均比例; 2026 年专利申请量 $\geq 500$ 件; 公司 2024-2026 年 EOE 算数平均值不低于 16%; 公司 2024-2026 年利润率算数平均值不低于 8%。

资料来源: 企业公告, 渤海证券

**投资评级说明:**

项目名称	投资评级	评级说明
公司评级标准	买入	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅超过 20%
	增持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于 10%~20%之间
	中性	未来 6 个月内相对沪深 300 指数涨幅介于-10%~10%之间
	减持	未来 6 个月内相对沪深 300 指数跌幅超过 10%
行业评级标准	看好	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅超过 10%
	中性	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数涨幅介于-10%-10%之间
	看淡	未来 12 个月内相对于沪深 300 指数跌幅超过 10%

**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并登记为证券分析师，以勤勉尽责的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的数据和信息，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的任何观点均精准地、如实地反映研究人员的个人观点，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所获取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的联系。

**免责声明:**

本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证本公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失书面或口头承诺均为无效。我公司及其关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开发表之前已经使用或了解其中的信息。本报告的版权归渤海证券股份有限公司所有，未获得渤海证券股份有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“渤海证券股份有限公司”，也不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

**渤海证券研究所机构销售团队:**
**高级销售经理: 朱艳君**

座机: +86 22 2845 1995

手机: 135 0204 0941

邮箱: zhuyanjun@bhqz.com

**天津:**

天津市南开区水上公园东路宁汇大厦 A 座写字楼

邮政编码: 300381

电话: +86 22 2845 1888

传真: +86 22 2845 1615

**高级销售经理: 王文君**

座机: +86 10 6810 4637

手机: 186 1170 5783

邮箱: wangwj@bhqz.com

**北京:**

北京市西城区西直门外大街甲 143 号 凯旋大厦 A 座 2 层

邮政编码: 100086

电话: +86 10 6810 4192

传真: +86 10 6810 4192

**渤海证券股份有限公司网址: [www.ewww.com.cn](http://www.ewww.com.cn)**