

# 强大于市

## 半导体设备国产化专题十一：离子注入机

主要被美系厂商垄断，万业企业(凯世通)、中科信主导离子注入机的国产化

2021年IC离子注入机的全球市场规模约24-26亿美元，预计未来将达到30-40亿美元。全球离子注入机主要被美国应用材料、美国亚舍立科技垄断，国内厂商仅有万业企业旗下的凯世通、中科信在某些12寸晶圆产线上获得工艺验证，国内外离子注入机的行业集中度十分高。

### 报告要点

- 离子注入决定芯片内部结构中器件的最基础性能。离子注入属于物理过程，依靠调节剂量、射程、注入角度等三大重要参数，精确控制掺杂并实现数量与质量的可控，通过入射离子与靶材原子的电子阻碍和核阻碍等能量损耗机制达成靶材内的驻留。
- 离子注入设备包含5个子系统和6大核心零部件。离子注入机的5大子系统分别为：气体系统、电机系统、真空系统、控制系统和射线系统，其中射线系统为核心系统。离子注入机的6大核心零部件主要包括离子源、吸极、离子分析器、加速管、扫描系统、工艺腔等部件。
- 离子注入机分为3大类：低能大束流占离子注入机市场的60%，高能和中等束流分别占20%左右。根据离子束电流和束流能量范围，离子注入机可分为三大类：中低束流离子注入机、低能大束流离子注入机、高能离子注入机。低能大束流离子注入机市场规模最大，且随着先进制程发展，大束流离子注入机的占比将会更高。
- IC离子注入机的全球市场规模约25亿美元，未来将达到30-40亿美元。2015年全球集成电路离子注入机市场规模约10亿美元，2018年市场规模约15亿美元，年均增速4.6%。依据IC离子注入机在晶圆制造工艺设备的市场规模中占比3%左右且呈现逐步扩大趋势，估计2020年离子注入机的市场规模达到18亿美元；2021年离子注入机的市场规模将达到25亿美元；2030年离子注入机市场规模将达到42亿美元。
- IC离子注入机的市场份额高度集中，主要被国外公司垄断。美国应用材料公司（曾收购Varian）、Axcelis占据全球大部分IC离子注入机的市场份额，其中美国应用材料公司占50%以上，Axcelis的主要产品高能离子注入机市占率为55%。
- 目前离子注入机的国内市场规模将达到6亿美元，中长期将升至10亿美元以上。据对国内产线的统计，预计现有规划的本土晶圆产线的最高峰投资额将达到200亿美元。依据IC离子注入机在晶圆制造工艺设备的市场规模中占比3%左右推算，国内离子注入机市场规模将达到6亿美元，相当于RMB40亿元的市场规模。
- 国内离子注入机市场基本被应用材料、Axcelis和日本Sumitomo垄断。国内离子注入机主要依赖进口，国产品牌仅有中科信及万业企业旗下的凯世通在某些12寸晶圆产线获得工艺验证通过，离子注入机的国产化仍处于快速起步阶段。

### 投资建议

- 国产IC离子注入机的发展处于起步阶段，离子注入机国产化依赖于万业企业（凯世通）和中科信，两家公司目前均有离子注入机导入客户验证，有望弥补国内半导体设备行业的短板，与其他国产核心设备共同构建产业竞争优势。
- 万业企业的离子注入机目前主要集中在低能大束流、高能离子注入，有望在未来3年内形成成长趋势和巩固行业地位；参股的零部件企业Compact System身处国际半导体设备品牌的供应链体系之中，竞争优势明显。维持万业企业“增持”评级，继续推荐。

### 风险提示

- 国际地缘政治摩擦的不确定性；零部件紧缺导致设备订单交付延迟。

### 相关研究报告

- 《半导体设备国产化专题十：12英寸工艺设备》20210722
- 《半导体设备国产化专题九：清洗设备》20200514
- 《半导体设备国产化专题八：工艺控制与量测设备》20191204
- 《半导体设备国产化专题七：硅片生长及加工设备》20191124
- 《半导体设备国产化专题六：光刻工艺环节的光刻机、Track和去胶设备》20191110
- 《半导体设备国产化专题五：集成电路封装设备》20191010
- 《半导体设备国产化专题四：集成电路测试设备》20190624
- 《半导体设备国产化专题三：3D Nand工艺设备国产化统计》20190610
- 《半导体设备国产化专题二：28-14nm制程设备国产化统计》20190519
- 《半导体设备国产化专题一：特色工艺产线的设备国产化统计》20190510

中银国际证券股份有限公司  
具备证券投资咨询业务资格

机械：半导体设备

证券分析师：杨绍辉

(8621)20328569

shaohui.yang@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300514080001

证券分析师：陶波

(8621)20328512

bo.tao@bocichina.com

证券投资咨询业务证书编号：S1300520060002

## 目录

强烈看好半导体设备，离子注入环节推荐万业企业.....	4
离子注入是实现数量及质量可控的掺杂.....	5
离子注入是最重要的掺杂方法.....	5
离子注入可准确控制掺杂杂质的数量及深度.....	6
离子注入机的分类、主要组成部分、零部件.....	8
离子注入机的三大分类.....	8
离子注入机由5大子系统构成，包含6大核心零部件.....	8
全球离子注入机市场规模：目前25亿美元，远期40亿美元.....	10
离子注入机在制程设备中的价值比重约3%.....	10
IC离子注入机的2021全球市场规模约24-26亿美元，未来将达到30-40亿美元.....	11
全球离子注入机竞争格局：AMAT、AXCELIS垄断.....	13
离子注入机的国内市场规模：2022年达到40亿元以上.....	14
离子注入机国内竞争格局：被国际品牌垄断.....	16
IC离子注入机国产化处于起步阶段.....	18
万业企业：致力于离子注入机国产化.....	18
中科信：立足中束流，力争全覆盖.....	19

## 图表目录

图表 1. 离子注入与扩散工艺的比较 .....	5
图表 2. 离子注入作为掺杂方式的优点 .....	5
图表 3. 离子注入利用入射离子的能量损耗机制达成靶材内的驻留 .....	6
图表 4. 离子注入可以准确控制杂质浓度和深度 .....	7
图表 5. 离子注入机的分类与主要区别 .....	8
图表 6. 离子注入机由 5 大子系统构成 .....	8
图表 7. 离子射线系统由 6 大核心零部件构成 .....	9
图表 8. 射线系统的 6 大核心零部件的功能区别 .....	9
图表 9. 离子注入机在制程设备中的价值比重为 3% .....	10
图表 10. 离子注入机在制程设备中的价值比重 .....	10
图表 11. 离子注入机的市场规模及增速 .....	11
图表 12. 离子注入机按产品分类的市场结构 .....	12
图表 13. 全球离子注入机的竞争格局 .....	13
图表 14. 中国大陆本土晶圆厂工艺设备采购额估计 .....	14
图表 15. 中国大陆本土晶圆厂规划/在建的产线统计 (2017 年至今) .....	14
图表 16. 国内部分代表性晶圆厂的离子注入机竞争格局 .....	16
图表 17. 国内某存储晶圆厂的离子注入机竞争格局 .....	16
图表 18. 国内某 28nm 晶圆厂的离子注入机竞争格局 .....	17
图表 19. 凯世通核心技术研发团队 .....	18
图表 20. 凯世通低能大束流离子注入机与国际同类产品的对比 .....	18

## 强烈看好半导体设备，离子注入环节推荐万业企业

离子注入是卡脖子环节，全球主要离子注入机被美国应用材料和亚舍立科技垄断，但离子注入环节又是仅次于光刻工艺的重要环节，离子注入效果决定了芯片内部结构中器件的最基本、最核心性能。

离子注入机市场规模不算很大，相比刻蚀设备价值量占比 20%、光刻机价值量占比 20%，离子注入机价值量占比仅为 3%，2020 年市场规模估计 18 亿美元左右，仅为光刻机市场规模的 1/6-1/8。但是，离子注入技术是卡脖子技术，离子注入工艺对芯片性能的重要性不言而喻。

国内离子注入机供应商有万业企业旗下的凯世通，以及中电科集团下的中科信。2018 年万业企业收购凯世通，加快凯世通回归 IC 离子注入机的研制并承担国产化的重任。

**维持万业企业“增持”评级，继续推荐。**

- (1) 万业企业的离子注入机目前主要集中在低能大束流、高能离子注入，有望在未来 3 年内形成成长趋势和巩固行业地位；参股的零部件企业 Compact System 身处国际半导体设备品牌的供应链体系之中，竞争优势明显。
- (2) 万业企业旗下的凯世通已于 2020 年 12 月获得 3 台离子注入机订单，分别为低能大束流重金属离子注入机 (Sb implanter)、低能大束流超低温离子注入机 (Cold implanter)、高能离子注入机 (HE implanter)，订单金额 1 亿元 (含税 13%)。

## 离子注入是实现数量及质量可控的掺杂

### 离子注入是最重要的掺杂方法

**掺杂改变晶圆片的电学性能。**由于本征硅（即不含杂质的硅单晶）的导电性能很差，只有当硅中加入适量杂质使其结构和电学性能发生改变后才起到半导体的功能，这个过程被称为掺杂。硅掺杂是制备半导体器件中 P-N 结的基础，是指将所需杂质原子掺入特定的半导体区域以对衬底基片进行局部掺杂，改变半导体的电学性质，现已被广泛应用于芯片制造的全过程。芯片制造中热扩散和离子注入均可以向硅片中引入杂质元素，具体区别如下：

- **热扩散：**利用高温驱动杂质穿过硅的晶格结构，掺杂效果受时间和温度的影响。
- **离子注入：**将高压离子轰击把杂质引入硅片，杂质与硅片发生原子级高能碰撞后才能被注入。

图表 1. 离子注入与扩散工艺的比较

离子注入	扩散
低温、光刻胶作为遮蔽层	高温、硬遮蔽层
非等向性掺杂轮廓	等向性掺杂轮廓
可以独立控制掺杂浓度和结深	不能独立控制掺杂浓度和结深
批量及单晶圆工艺	批量工艺

资料来源：《半导体制造技术导论》，中银证券

离子注入环节，注入的离子包括：B、P、As、Sb、C、Si、Ge、O、N、H 离子等等。

**精确可控性使得离子注入技术成为最重要的掺杂方法。**据《半导体制造技术》，随着芯片特征尺寸的不断减小和集成度增加，各种器件也在不断缩小，由于晶体管性能受掺杂剖面的影响越来越大，离子注入作为唯一能够精确控制掺杂的手段，且能够重复控制掺杂的浓度和深度，使得现代晶圆片制造中几乎所有掺杂工艺都从热扩散转而使用离子注入来实现。

图表 2. 离子注入作为掺杂方式的优点

优点	描述
精确控制杂质含量	能在很大范围内精确控制注入杂质浓度，从 $10^{10}$ 到 $10^{17}$ ions/cm <sup>2</sup> (离子每平方厘米)，误差在 $\pm 2\%$ 之间。扩散在高浓度控制杂质含量误差在 5%-10% 以内，但浓度越小误差越大
很好的杂质均匀性	用扫描的方法控制杂质的均匀性
对杂质穿透深度有很好的控制	通过控制注入过程中离子能量控制杂质的穿透深度，增大了设计的灵活性，如埋层，最大杂质浓度在埋层里，最小浓度在硅片表面
产生单一离子束	质量分离技术产生没有沾污的纯离子束。不同的杂质能够被选出进行注入。高真空保证最少沾污
低温工艺	注入在中等温度（小于 125°C）下进行，允许使用不同的光刻掩膜，包括光刻胶
注入的离子能穿过薄膜	杂质可以通过薄膜注入，如氧化物或氮化物。这就允许 MOS 晶体管阈值电压调整在生长栅氧化层之后进行。增大了注入的灵活性
无固溶液极限	注入杂质含量不受硅片固溶度限制

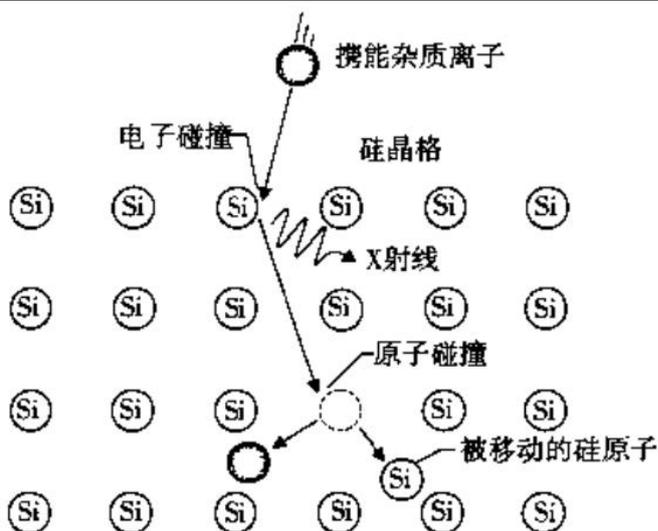
资料来源：《半导体制造技术》，中银证券

## 离子注入可准确控制掺杂杂质的数量及深度

离子注入属于物理过程，通过入射离子的能量损耗机制达成靶材内的驻留。与热扩散的利用浓度差而形成的晶格扩散不同，离子注入通过入射离子与靶材（被掺杂材料）的原子核和电子持续发生碰撞，损耗其能量并经过一段曲折路径的运动，使入射离子因动能耗尽而停止在靶材某一深度。为了精确控制注入深度，避免沟道效应(直穿晶格而未与原子核或电子发生碰撞)，需要使靶材的晶轴方向与入射方向形成一定角度。离子注入主要利用两个能量损耗机制：

- **电子阻碍**：杂质原子与靶材电子发生反应，产生能量损耗。
- **核阻碍**：杂质原子与靶材原子发生碰撞，造成靶材原子的移位。

图表 3. 离子注入利用入射离子的能量损耗机制达成靶材内的驻留

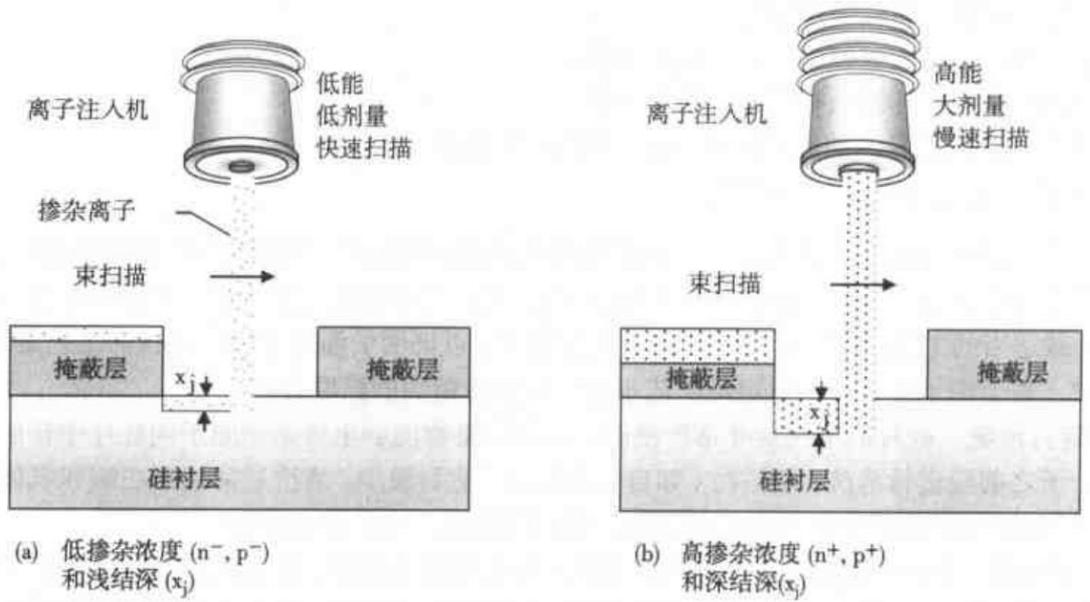


资料来源：《半导体制造技术》，中银证券

**剂量、射程、注入角度**是离子注入技术的三个重要参数。离子注入向硅衬底中引入数量可控的杂质过程，需要离子注入设备通过控制束流和能量来实现掺杂杂质的数量及深度的准确控制。其中，离子注入可控主要依靠三大重要参数的调节：

- (1) **剂量**：注入硅片表面单位面积的离子数。正杂质离子形成离子束后，其流量被称为粒子束电流。当加大电流时，单位时间内注入的杂质离子数量也增大。
- (2) **射程**：离子穿入硅片内的总距离，与注入离子的能量和质量有关。能量越高意味着杂质离子的射程越大，而离子能量需通过离子注入设备的加速管控制加速电势差来获得。能量单位一般以电子电荷和电势差的乘积表示，即 eV。
- (3) **注入角度**：角度控制也影响到离子注入的射程。

图表 4. 离子注入可以准确控制杂质浓度和深度



资料来源:《半导体制造技术》, 中银证券

## 离子注入机的分类、主要组成部分、零部件

### 离子注入机的三大分类

根据离子束电流和束流能量范围，离子注入机可分为三大类：中低束流离子注入机、低能大束流离子注入机、高能离子注入机。另外还有用于注入氧的氧注入机，或者注入氢的氢离子注入机，等等。

图表 5. 离子注入机的分类与主要区别

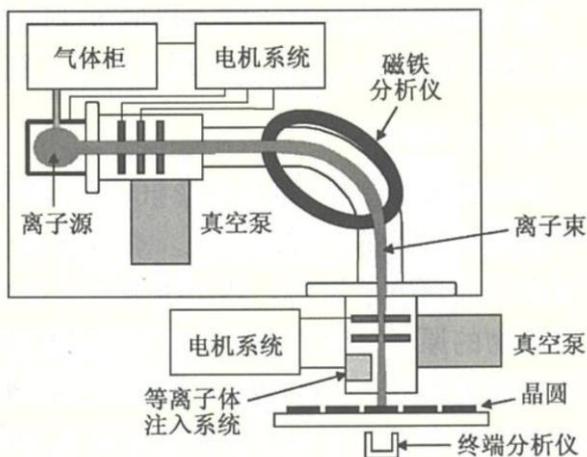
类别	描述与应用
中低束流离子注入机	高纯离子束，电流大于 10mA 束流能量一般小于 180keV 多数情况下硅片固定，扫描离子束 穿通注入专用
低能大束流离子注入机	产生的离子束电流大于 10mA，大剂量注入最大能到 25mA 束流能量一般小于 120keV 多数情况下离子束固定，扫描硅片 超浅源漏区注入的超低能束流 (200eV~4keV)
高能离子注入机	束流能量超过 200keV，最高达到几个 MeV 向沟槽或厚氧化层下面注入杂质 能形成倒掺杂阱和埋层
氧注入机	大电流系统用于半导体硅的氧注入

资料来源：《半导体制造技术》，中银证券

### 离子注入机由 5 大子系统构成，包含 6 大核心零部件

离子注入机包含了 5 个子系统。包括：气体系统、电机系统、真空系统、控制系统和射线系统。其中，射线系统为最重要的子系统。

图表 6. 离子注入机由 5 大子系统构成

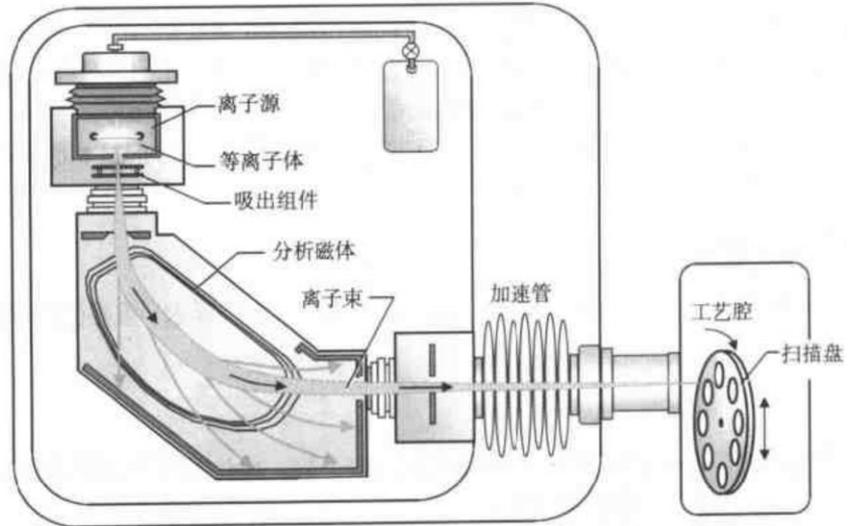


资料来源：《半导体制造技术导论》，中银证券

- **气体系统**：存储杂质离子产生而需要使用的很多危险气体和蒸气，降低渗漏到生产中的风险
- **电机系统**：保证稳定精准的电压和电流，供杂质离子产生过程需要用到的热灯丝或射频等离子体源、质谱仪磁铁等正常运作
- **真空系统**：在高真空状态下，减少带电离子和中性气体分子沿离子轨迹发生碰撞引起不必要的散射和能量损耗，减少因离子和中性原子间的电荷交换造成射线污染

- **控制系统**：机器手臂等机械控制晶圆的移动，使整个晶圆获得均匀注入
- **射线系统**：为离子注入机最重要的部分，根据所属功能分类，射线系统主要由 6 大核心零部件构成：离子源、吸极、离子分析器、加速管、扫描系统、工艺腔。

图表 7. 离子射线系统由 6 大核心零部件构成



资料来源：《半导体制造技术》，中银证券

图表 8. 射线系统的 6 大核心零部件的功能区别

分类	作用
离子源	使待注入杂质以带电粒子束或离子束形式存在
吸极	从离子源中提取正离子并形成离子束
离子分析器	把所需离子从混合离子束中分离出来
加速管	将杂质离子加速
扫描系统	保证剂量的统一性、重复性
工艺腔（包括扫描系统）	加速后的离子束向硅片的注入发生在工艺腔

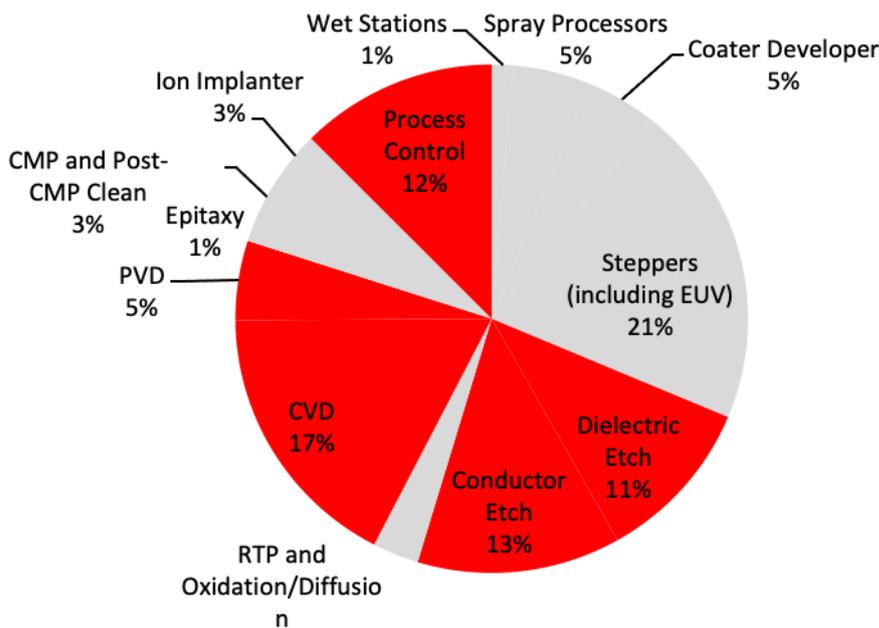
资料来源：《半导体制造技术》，中银证券

## 全球离子注入机市场规模：目前 25 亿美元，远期 40 亿美元

### 离子注入机在制程设备中的价值比重约 3%

据 Gartner 数据统计，离子注入机在晶圆制造工艺设备的市场规模中占比 3% 左右，与 CMP 设备、热处理（退火、氧化、扩散）、涂胶显影机等市场规模基本相当，低于光刻机、刻蚀机、CVD、PVD、量测、清洗设备的市场空间。

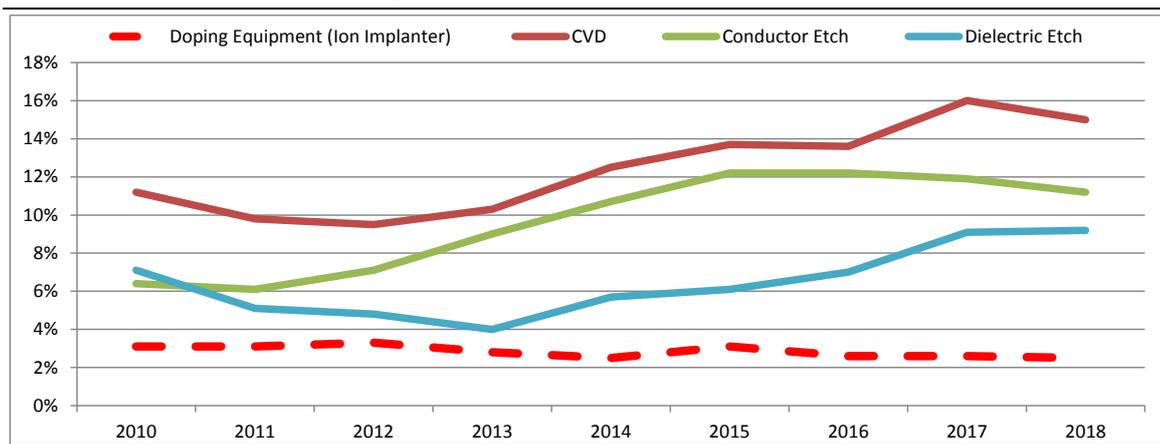
图表 9. 离子注入机在制程设备中的价值比重为 3%



资料来源：Gartner，中银证券

据 Gartner 数据统计，集成电路离子注入机在晶圆制造工艺设备市场中，价值量占比为 2.5%-3.3%，2010-2018 年该比重有所下降，原因主要是以存储芯片 3D 立体化和先进制程的薄膜设备、刻蚀设备的价值量占比上升，而其他工艺设备价值量占比被挤占。

图表 10. 离子注入机在制程设备中的价值比重



资料来源：Gartner，中银证券

## IC 离子注入机的 2021 全球市场规模约 24-26 亿美元，未来将达到 30-40 亿美元

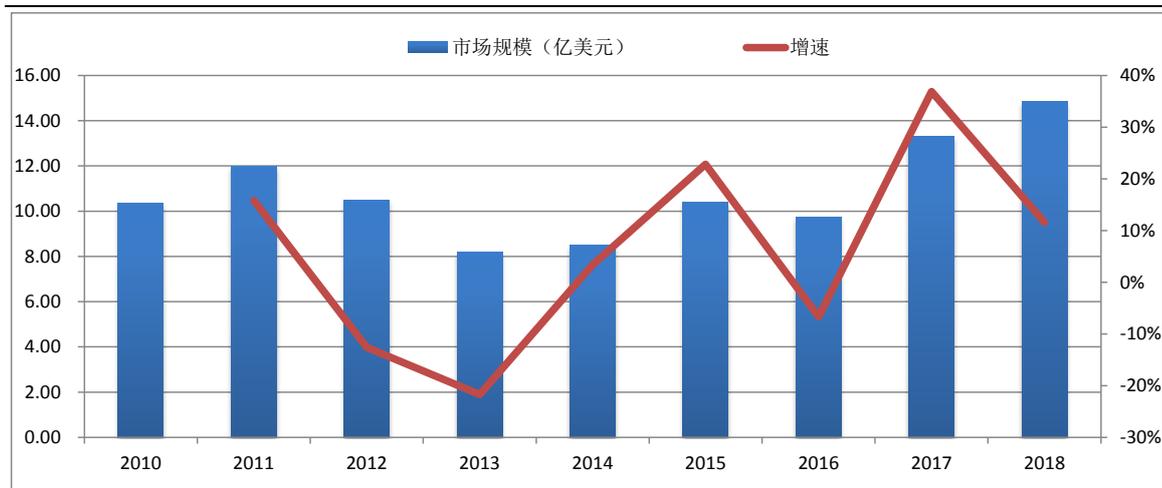
根据 Gartner 统计数据，2015 年全球集成电路离子注入机市场规模约 10 亿美元，2018 年市场规模约 15 亿美元，年均增速 4.6%。

**2020 年离子注入机的市场规模达到 18 亿美元。**据 SEMI 统计，2020 年全球 WFE 市场规模达到 612 亿美元，按 3% 的比例推算离子注入机的市场规模即为 18 亿美元左右。

**估计 2021 年离子注入机的市场规模达到 24-26 亿美元，均值 25 亿美元。**据 TSMC 资本开支增速以及 ASML、AMAT、LAM 等对行业增速预期，2021 年 WFE 市场规模估计增长 30%-40%，推算将达到 800-850 亿美元，按 3% 的比例推算离子注入机的市场规模即为 24-26 亿美元左右。

**长期估计到 2030 年离子注入机市场规模将达到 42 亿美元。**根据半导体设备的资本密度 14%（数据来自《Applied Materials 21Q2 业绩点评及电话会议纪要》）推算，当 2030 年半导体产业总规模达到 10000 亿美元时（数据来源：第三届全球 IC 企业家大会），半导体设备市场规模将达到 1400 亿美元，其中离子注入机按 3% 的占比计算，即为 42 亿美元的市场规模。

图表 11. 离子注入机的市场规模及增速

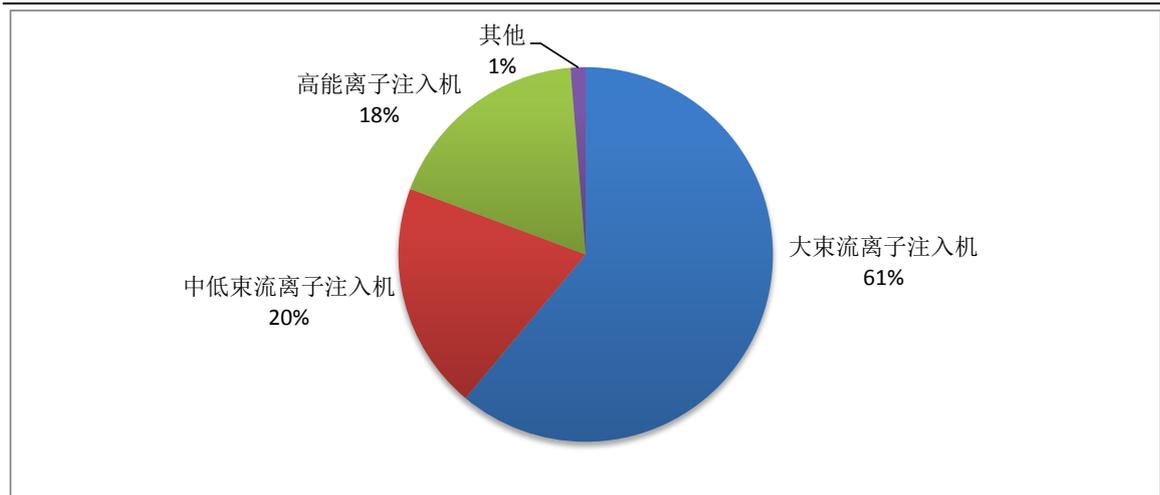


资料来源: Gartner, 中银证券

按照离子注入机划分为：大束流离子注入机、中低束流离子注入机、高能离子注入机，据 Gartner 统计：

- 大束流离子注入机占到 60% 的比例，由此推算 2021 年大束流离子注入机的市场规模约 15 亿美元；
- 中低束流离子注入机占比 20%，由此推算 2021 年中低束流离子注入机的市场规模约 5 亿美元；
- 高能离子注入机占 18%，由此推算 2021 年高能离子注入机的市场规模约 4.5 亿美元。

图表 12. 离子注入机按产品分类的市场结构



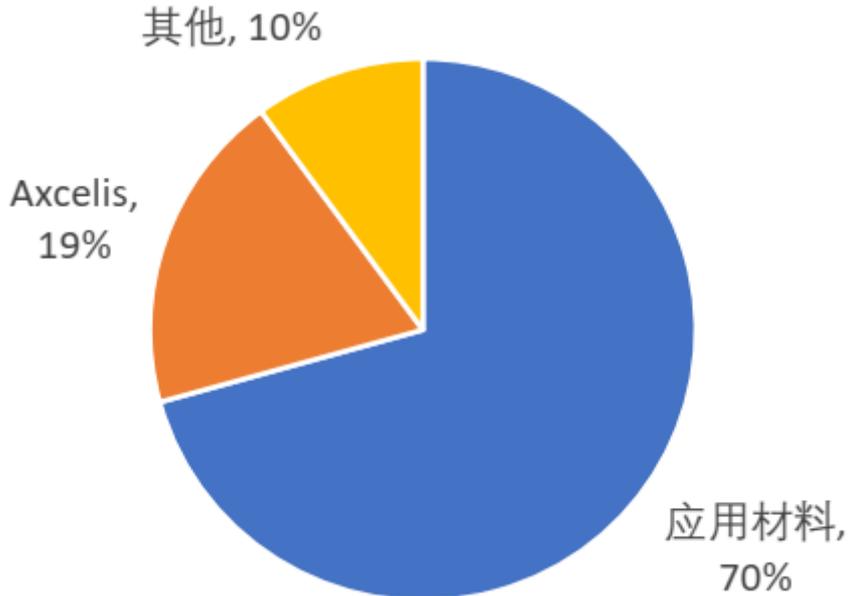
资料来源: Gartner, 中银证券

## 全球离子注入机竞争格局：AMAT、AXCELIS 垄断

集成电路离子注入机的市场份额高度集中。美国应用材料公司（曾收购 Varian）、Axcelis 占全球大部分市场份额，其中美国应用材料公司占有 50% 以上市场份额。

- 美国 AMAT，在离子注入机产品上的市占率 70%。主要产品包括大束流离子注入机、中束流离子注入机、超高剂量的离子注入。应用材料曾收购瓦力安半导体设备公司，而瓦力安半导体设备公司于 1999 年从瓦力安拆分而来。
- 美国 Axcelis，即亚舍立科技设计公司，主要产品高能离子注入机市占率 55%。2020 年 Axcelis 销售额 4.75 亿美元，净利润 0.50 亿美元。
- 日本 Nissin，主要生产中束流离子注入机，在中束流离子注入机的市占率 10% 左右，曾在我国的固安 OLED 项目、合肥晶合 12 寸项目上中标离子注入机。
- 日本 SEN，产品包括高束流离子注入机、中束流离子注入机、高能量离子注入机，其中中束流离子注入机、高能量离子注入的收入占比略高，但在中国大陆地区的市占率相对较低。

图表 13. 全球离子注入机的竞争格局



资料来源：Gartner，中银证券

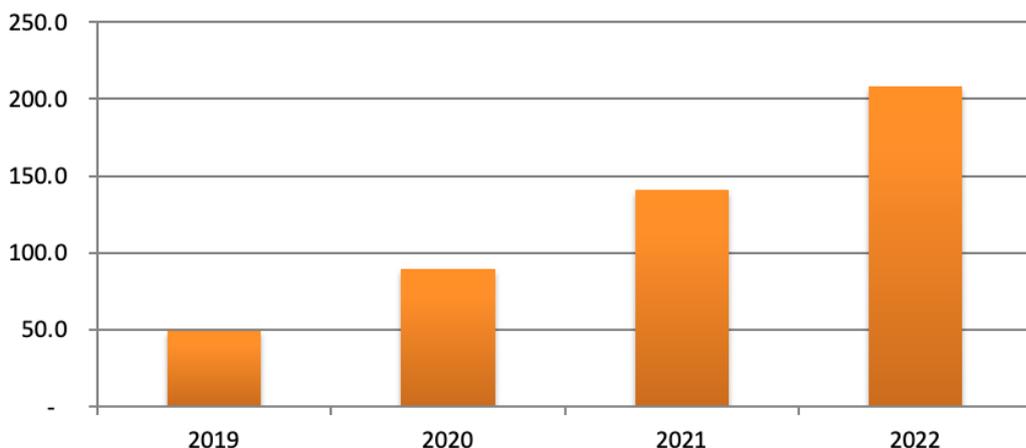
集成电路离子注入机的市场集中度高，主要是因为离子注入的技术壁垒在于：

- 角度控制：注入角度精度  $\pm 0.1^\circ$ ，且随着线宽微缩，注入角度要求更高；
- 剂量控制：即均匀性、浓度，主要用法拉第杯进行剂量控制；
- 能量控制： $\pm 1\%$ 。

## 离子注入机的国内市场规模：2022 年达到 40 亿元以上

据我们对国内产线的统计，预计现有规划的本土晶圆产线的最高峰投资额将达到 200 亿美元，按照 3% 的价值量占比推算，国内离子注入机市场规模将达到 6 亿美元，相当于接近 RMB 40 亿元的市场规模。

图表 14. 中国大陆本土晶圆厂工艺设备采购额估计



资料来源：中银证券 单位：亿美元

图表 15. 中国大陆本土晶圆厂规划/在建的产线统计 (2017 年至今)

产线	城市	制程/产品	尺寸	总投资额
中芯京城	北京	28nm 以上	12 英寸	494.0
中芯国际深圳	深圳	28nm 以上	12 英寸	152.8
中芯南方	上海	14nm	12 英寸	716.8
华力二期	上海	28-14nm	12 英寸	387.0
华虹无锡	无锡	65-55nm	12 英寸	700.0
长江存储	武汉	3D NAND	12 英寸	1,680.0
合肥长鑫	合肥	DRAM	12 英寸	1,500.0
广州粤芯	广州	一期 0.18um—90nm 模拟芯片与分立器件	12 英寸	100.0
广州粤芯		二期 65nm—40nm 世界最先进高端的高压 BCD 模拟芯片技术	12 英寸	188.0
闻泰科技	上海浦东临港	12 英寸车规级功率半导体		120.0
格科微电子	上海	CIS 集成电路特色工艺		154.0
青岛芯恩	青岛	0.35um~0.11um	8 英寸	87.0
青岛芯恩		90nm~28nm	12 英寸	101.0
燕东微	北京	0.25um-0.09um (典型工艺为 0.11um)、BCD	8 英寸	48.0
上海积塔			8 英寸	89.0
上海积塔			12 英寸	270.0
厦门士兰微	厦门	先进化合物半导体	4/6 吋	50.0
厦门士兰微	厦门		12 英寸	70.0
厦门士兰微	厦门		12 英寸	100.0
华润微电子	重庆	MOSFET、IGBT、电源管理芯片等功率半导体	12 英寸	75.5
杭州积海	杭州		12 英寸	350.0
杭州富芯	杭州	65-90nm	12 英寸	400.0
中车赣州一期	江西赣州	IGBT	8 英寸	60.0
中车赣州二期	江西赣州	第三代 6/8 英寸晶圆制造生产线或 12 英寸硅基晶圆制造生产线		140.0
英诺赛科	苏州	硅基氮化镓	8 英寸	80.0
合计 (8 英寸、12 英寸产线)				6,699.5

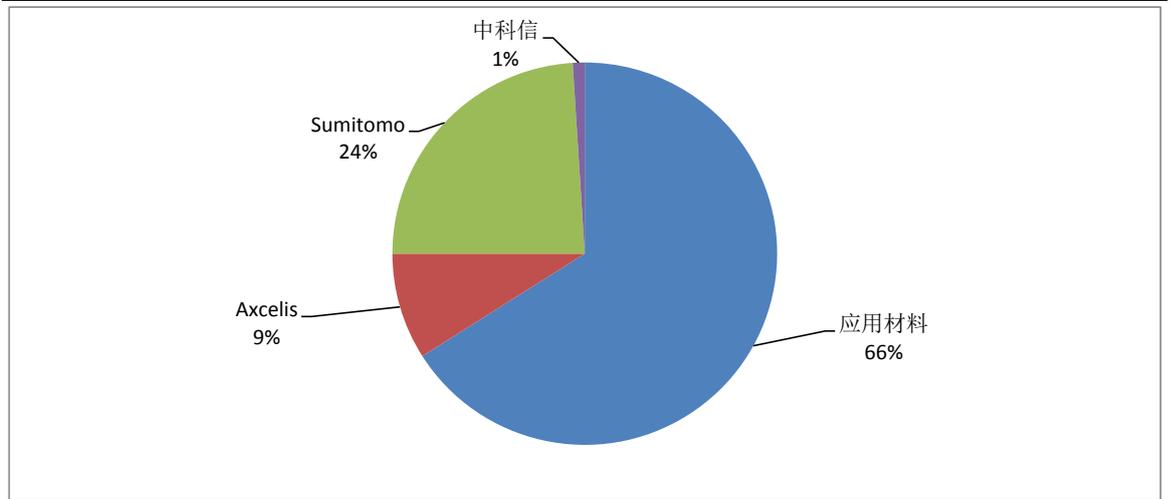
资料来源：baidu, 各公司主页, 集微网, 中银证券 单位：亿元

国内 28nm 制程产线增加，也将带动离子注入机的需求增加。成熟制程中，随着线宽微缩，离子注入的工序步骤也随着增加，28nm 制程节点上离子注入步骤达到最高 40 次。而近几年来国内 28nm 产线明显增加，例如中芯国际、上海华力等。

## 离子注入机国内竞争格局：被国际品牌垄断

国内离子注入机也基本上被应用材料、Axcelis 和日本 Sumitomo 垄断，仅有万业企业旗下的凯世通、中科信在某些 12 寸晶圆产线上获得工艺验证验证并验收通过。

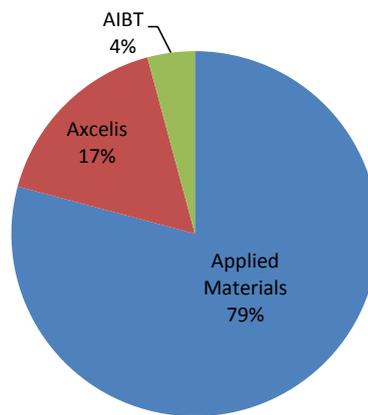
图表 16. 国内部分代表性晶圆厂的离子注入机竞争格局



资料来源：中国国际招标网，中银证券

某存储晶圆产线上仅有应用材料、Axcelis、AIBT 等三家离子注入机供应商，其中应用材料占比 79%，Axcelis 占比 17%，AIBT 占比 4%。

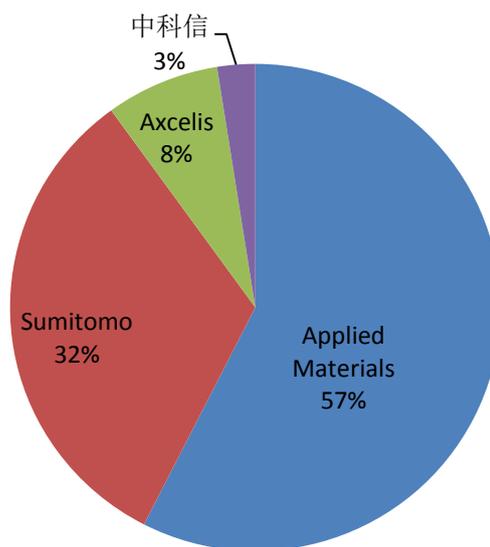
图表 17. 国内某存储晶圆厂的离子注入机竞争格局



资料来源：中国国际招标网，中银证券

某逻辑电路晶圆产线上仅有应用材料、Axcelis、Sumitomo 和 中科信等 4 家离子注入机供应商，其中应用材料占比 53%，Sumitomo 占比 36%，Axcelis 占比 7%，中科信占比 4%。

图表 18. 国内某 28nm 晶圆厂的离子注入机竞争格局



资料来源：中国国际招标网，中银证券

## IC 离子注入机国产化处于起步阶段

### 万业企业：致力于离子注入机国产化

凯世通成立于 2009 年，创始团队成员曾在世界知名的离子注入机公司担任核心技术岗位，负责和领导了多款成熟集成电路离子注入机的开发，拥有丰富的集成电路离子注入机的开发和市场经验：

图表 19. 凯世通核心技术研发团队

技术团队	教育背景	工作经历
陈炯	浙江大学热能系硕士，美国哥伦比亚大学应用物理学博士	国际离子注入技术协会终生常务理事，被公认为行业内具有技术创意的领军人物和国际级的离子注入设备专家。曾是全球知名离子注入机企业 AIBT 的创始人之一，带领美国团队成功开发了两代大束流离子注入机，打入先进 28nm 关键制程集成电路制造厂商
杰弗里·伯克尔	获得美国华盛顿大学计算机科学硕士和法学博士(J.D.)学位	在半导体设备自控软件领域有 15 年以上研发经验，专长于自动化控制软件和软件，曾主导研发用于 OLED 封装的关键设备和集成电路用大型离子注入机
洪俊华	拥有英国圣安德鲁斯大学物理学博士	曾任加拿大国家科学院研究员，并担任国家光电设备课题主要负责人，20 多年研究和开发经验
唐纳德·贝里恩	拥有美国普林斯顿大学半导体器件物理学博士学位和罗格斯大学电气工程学士学位	拥有超过 40 年的顶尖离子注入设备设计研发经验。曾在 Varia、Eaton、AIBT 等企业成功开发过多款享誉全球的离子注入设备。主导设计 E220/500 等设备，全球销量领先的离子注入机
陈维	清华大学化工学士，美国明尼苏达大学化学博士学位	曾任职于美国道康宁公司，美国 Intel 公司，任工程技术部经理。在硅材料及半导体封装材料方面有很深的造诣

资料来源：公司公告，中银证券

万业企业旗下的凯世通已于 2020 年 12 月获得 3 台离子注入机订单，分别为低能大束流重金属离子注入机 (Sb implanter)、低能大束流超低温离子注入机 (Cold implanter)、高能离子注入机 (HE implanter)，订单金额 1 亿元（含税）。

图表 20. 凯世通低能大束流离子注入机与国际同类产品的对比

关键技术指标	凯世通产品参数	国外主流同类产品参数
硅片尺寸	12 英寸	12 英寸
特征线宽	7-12nm	7-32nm
离子种类	P,B,As,Ge,C,N,H	P,B,As,Ge,C,N,H,Sb
注入能量	100eV-50keV	200eV-60keV
注入束流	3keV 能量下对 P 离子得注入束流能达到 40mA	22mA
注入剂量范围	$1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{16} \text{ ion/cm}^2$	$1 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{16} \text{ ion/cm}^2$
最大产能	400 片/小时	500 片/小时
开机率	约 90% (待验证)	约 92%

资料来源：公司公告，中银证券

### 中科信：立足中束流，力争全覆盖

北京烁科中科信电子装备有限公司成立于 2019 年 6 月 17 日，源于中国电科第 48 研究所，是国内较早专注于集成电路领域离子注入机业务的高端装备供应商。

公司专注于集成电路用离子注入机研发、制造，始终致力于解决离子注入机关键技术自主可控难题，已形成中束流、大束流、高能、特种应用及第三代半导体等全系列离子注入机产品体系，拥有博士后科研工作站，建立了符合 SEMI 标准要求的离子注入机产业化平台，年产能达 30 台，产品广泛应用于全球知名芯片制造企业，并获客户高度认可。

- 2003 - 2014 年，公司先后承担"十五"863 计划 100nm 大角度离子注入机项目、"十一五"02 专项 12 英寸 90-65nm 大角度离子注入机研发及产业化项目、"十二五"12 英寸 45-22nm 低能大束流离子注入机研发及产业化项目。
- 100nm 大角度离子注入机项目的成功实现了国产离子注入机制造水平由 6 英寸 500nm 到 8 英寸 100nm 技术的跨越。
- 12 英寸 90-65nm 大角度离子注入机研发及产业化项目的成功实现了国产离子注入装备从消化吸收到产业化阶段的跨越式发展。
- 12 英寸 45-22nm 低能大束流离子注入机研发及产业化项目的实施则进入一个全新的自主创新阶段。

## 披露声明

本报告准确表述了证券分析师的个人观点。该证券分析师声明，本人未在公司内、外部机构兼任有损本人独立性与客观性的其他职务，没有担任本报告评论的上市公司的董事、监事或高级管理人员；也不拥有与该上市公司有关的任何财务权益；本报告评论的上市公司或其它第三方都没有或没有承诺向本人提供与本报告有关的任何补偿或其它利益。

中银国际证券股份有限公司同时声明，将通过公司网站披露本公司授权公众媒体及其他机构刊载或者转发证券研究报告有关情况。如有投资者于未经授权的公众媒体看到或从其他机构获得本研究报告的，请慎重使用所获得的研究报告，以防止被误导，中银国际证券股份有限公司不对其报告理解和使用承担任何责任。

## 评级体系说明

以报告发布日后公司股价/行业指数涨跌幅相对同期相关市场指数的涨跌幅的表现为基准：

### 公司投资评级：

- 买入：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 20% 以上；
- 增持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内超越基准指数 10%-20%；
- 中性：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数变动幅度在 -10%-10% 之间；
- 减持：预计该公司股价在未来 6-12 个月内相对基准指数跌幅在 10% 以上；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

### 行业投资评级：

- 强于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现强于基准指数；
- 中性：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现基本与基准指数持平；
- 弱于大市：预计该行业指数在未来 6-12 个月内表现弱于基准指数；
- 未有评级：因无法获取必要的资料或者其他原因，未能给出明确的投资评级。

沪深市场基准指数为沪深 300 指数；新三板市场基准指数为三板成指或三板做市指数；香港市场基准指数为恒生指数或恒生中国企业指数；美股市场基准指数为纳斯达克综合指数或标普 500 指数。

## 风险提示及免责声明

本报告由中银国际证券股份有限公司证券分析师撰写并向特定客户发布。

本报告发布的特定客户包括：1) 基金、保险、QFII、QDII 等能够充分理解证券研究报告，具备专业信息处理能力的中银国际证券股份有限公司的机构客户；2) 中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队，其可参考使用本报告。中银国际证券股份有限公司的证券投资顾问服务团队可能以本报告为基础，整合形成证券投资顾问服务建议或产品，提供给接受其证券投资顾问服务的客户。

中银国际证券股份有限公司不以任何方式或渠道向除上述特定客户外的公司个人客户提供本报告。中银国际证券股份有限公司的个人客户从任何外部渠道获得本报告的，亦不应直接依据所获得的研究报告作出投资决策；需充分咨询证券投资顾问意见，独立作出投资决策。中银国际证券股份有限公司不承担由此产生的任何责任及损失等。

本报告内含保密信息，仅供收件人使用。阁下作为收件人，不得出于任何目的直接或间接复制、派发或转发此报告全部或部分内容予任何其他人士，或将此报告全部或部分内容发表。如发现本研究报告被私自刊载或转发的，中银国际证券股份有限公司将及时采取维权措施，追究有关媒体或者机构的责任。所有本报告内使用的商标、服务标记及标记均为中银国际证券股份有限公司或其附属及关联公司（统称“中银国际集团”）的商标、服务标记、注册商标或注册服务标记。

本报告及其所载的任何信息、材料或内容只提供给阁下作参考之用，并未考虑到任何特别的投资目的、财务状况或特殊需要，不能成为或被视为出售或购买或认购证券或其它金融票据的要约或邀请，亦不构成任何合约或承诺的基础。中银国际证券股份有限公司不能确保本报告中提及的投资产品适合任何特定投资者。本报告的内容不构成对任何人的投资建议，阁下不会因为收到本报告而成为中银国际集团的客户。阁下收到或阅读本报告须在承诺购买任何报告中所指之投资产品之前，就该投资产品的适合性，包括阁下的特殊投资目的、财务状况及其特别需要寻求阁下相关投资顾问的意见。

尽管本报告所载资料的来源及观点都是中银国际证券股份有限公司及其证券分析师从相信可靠的来源取得或达到，但撰写本报告的证券分析师或中银国际集团的任何成员及其董事、高管、员工或其他任何个人（包括其关联方）都不能保证它们的准确性或完整性。除非法律或规则规定必须承担的责任外，中银国际集团任何成员不对使用本报告的材料而引致的损失负任何责任。本报告对其中所包含的或讨论的信息或意见的准确性、完整性或公平性不作任何明示或暗示的声明或保证。阁下不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告仅反映证券分析师在撰写本报告时的设想、见解及分析方法。中银国际集团成员可发布其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦有可能采取与本报告观点不同的投资策略。为免生疑问，本报告所载的观点并不代表中银国际集团成员的立场。

本报告可能附载其它网站的地址或超级链接。对于本报告可能涉及到中银国际集团本身网站以外的资料，中银国际集团未有参阅有关网站，也不对它们的内容负责。提供这些地址或超级链接（包括连接到中银国际集团网站的地址及超级链接）的目的，纯粹为了阁下的方便及参考，连结网站的内容不构成本报告的任何部份。阁下须承担浏览这些网站的风险。

本报告所载的资料、意见及推测仅基于现状，不构成任何保证，可随时更改，毋须提前通知。本报告不构成投资、法律、会计或税务建议或保证任何投资或策略适用于阁下个别情况。本报告不能作为阁下私人投资的建议。

过往的表现不能被视作将来表现的指示或保证，也不能代表或对将来表现做出任何明示或暗示的保障。本报告所载的资料、意见及预测只是反映证券分析师在本报告所载日期的判断，可随时更改。本报告中涉及证券或金融工具的价格、价值及收入可能出现上升或下跌。

部分投资可能不会轻易变现，可能在出售或变现投资时存在难度。同样，阁下获得有关投资的价值或风险的可靠信息也存在困难。本报告中包含或涉及的投资及服务可能未必适合阁下。如上所述，阁下须在做出任何投资决策之前，包括买卖本报告涉及的任何证券，寻求阁下相关投资顾问的意见。

中银国际证券股份有限公司及其附属及关联公司版权所有。保留一切权利。

## 中银国际证券股份有限公司

中国上海浦东  
银城中路 200 号  
中银大厦 39 楼  
邮编 200121  
电话: (8621) 6860 4866  
传真: (8621) 5888 3554

## 相关关联机构:

### 中银国际研究有限公司

香港花园道一号  
中银大厦二十楼  
电话: (852) 3988 6333  
致电香港免费电话:  
中国网通 10 省市客户请拨打: 10800 8521065  
中国电信 21 省市客户请拨打: 10800 1521065  
新加坡客户请拨打: 800 852 3392  
传真: (852) 2147 9513

### 中银国际证券有限公司

香港花园道一号  
中银大厦二十楼  
电话: (852) 3988 6333  
传真: (852) 2147 9513

### 中银国际控股有限公司北京代表处

中国北京市西城区  
西单北大街 110 号 8 层  
邮编: 100032  
电话: (8610) 8326 2000  
传真: (8610) 8326 2291

### 中银国际(英国)有限公司

2/F, 1 Lothbury  
London EC2R 7DB  
United Kingdom  
电话: (4420) 3651 8888  
传真: (4420) 3651 8877

### 中银国际(美国)有限公司

美国纽约市美国大道 1045 号  
7 Bryant Park 15 楼  
NY 10018  
电话: (1) 212 259 0888  
传真: (1) 212 259 0889

### 中银国际(新加坡)有限公司

注册编号 199303046Z  
新加坡百得利路四号  
中国银行大厦四楼(049908)  
电话: (65) 6692 6829 / 6534 5587  
传真: (65) 6534 3996 / 6532 3371