

III-V族化合物半导体研究框架

Framework for III-V Compound Semiconductor Research

郑宏达 hongda.zheng@htisec.com

薛逸民 ym.xue@htisec.com

2022年10月23日

◆ 一、化合物半导体产业由国外厂商主导，国内加速布局

◆ 二、磷化铟：5G、可穿戴、车载三驾马车驱动市场增长

◆ 三、砷化镓：多方位同步稳速增长

◆ 四、北京通美：化合物半导体衬底产业强力选手

1.1 半导体衬底材料的发展进程

第一代半导体:

硅 Si
锗 Ge

第二代半导体:

砷化镓 GaAs
磷化铟 InP

第三代半导体:

氮化镓 GaN
碳化硅 SiC

主要应用

内存、CPU



太阳能电池



主要应用

射频器件



新一代显示



数据光模块



激光雷达



主要应用

充电器芯片



高铁芯片



新能源汽车



当前半导体材料各自下游应用领域的重合度并不高，因此不同半导体材料之间并非代际迭代关系。

资料来源: 北京通美招股说明书(注册稿), HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

1.2 各类衬底材料的性能参数及优势

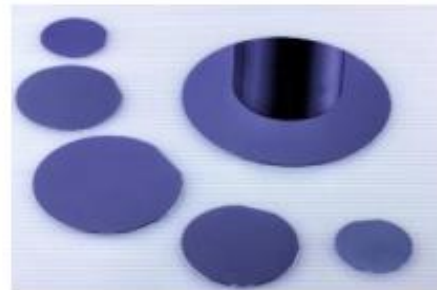
项目	单元素半导体		III-V 族化合物半导体		宽禁带半导体	
	硅	锗	砷化镓	磷化铟	氮化镓	碳化硅
化学式	Si	Ge	GaAs	InP	GaN	SiC
禁带宽度 (eV)	1.12	0.7	1.4	1.3	3.39	3.26
能带跃迁类型	间接	间接	直接	直接	直接	直接
击穿电场 (MV/cm)	0.3	-	0.4	0.5	3.3	3
饱和电子速度 (10^6 cm/s)	10	6	20	22	22	20
电子迁移率 ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)	1200	3800	6500	4600	1250	800
空穴迁移率 ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)	420	1400	320	150	250	115
热导率 ($\text{W}/\text{cm}\cdot\text{K}$)	1.5	0.6	0.5	0.7	1.3	4.9
特点	储量大、价格便宜	电子迁移率、空穴迁移率高	光电性能好、耐热、抗辐射	导热性好、光电转换效率高、光纤传输效率高	高频、耐高温、大功率	
制造成本	低	较低	高	较高	非常高	

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

1.3 第二代半导体：III-V族化合物半导体

- **III-V族半导体材料**：III-V族半导体材料是化学元素周期表中的IIIA族元素硼、铝、镓、铟、铊和VA族元素氮、磷、砷、锑、铋组成的化合物。代表半导体材料为：**砷化镓 GaAs**、**磷化铟 InP**。
- **磷化铟衬底**：Indium Phosphide，磷和铟的化合物，其具有饱和电子漂移速度高、抗辐射能力强、导热性好、光电转换效率高、禁带宽度高等诸多优点，被广泛应用于光通信、光电器件、高频毫米波器件、光电集成电路集成激光器、光探测器等领域。



- **砷化镓衬底**：Gallium Arsenide，砷和镓的化合物。。砷化镓的禁带宽度大于硅，可以耐受更高电压；砷化镓的电子迁移率更是硅的6-7倍，因此高频性能十分优异。故在制作射频微波器件方面得到重要应用。

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

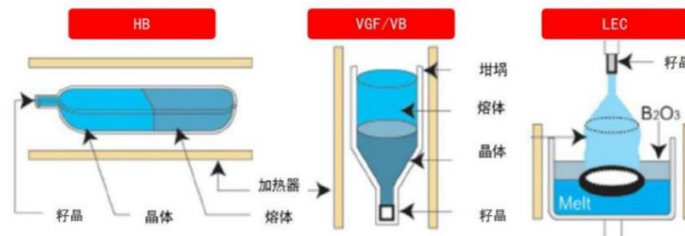
1.4 化合物半导体合成方法

多晶合成

将单质前驱物按一定比例装入 PBN 坩埚中，在高温高压环境下合成多晶。

单晶合成

- 水平布里奇曼法 (HB)
- 液封切克劳斯基法 (LEC)
- 垂直布里奇曼法 (VB)
- 垂直梯度冷凝法 (VGF)



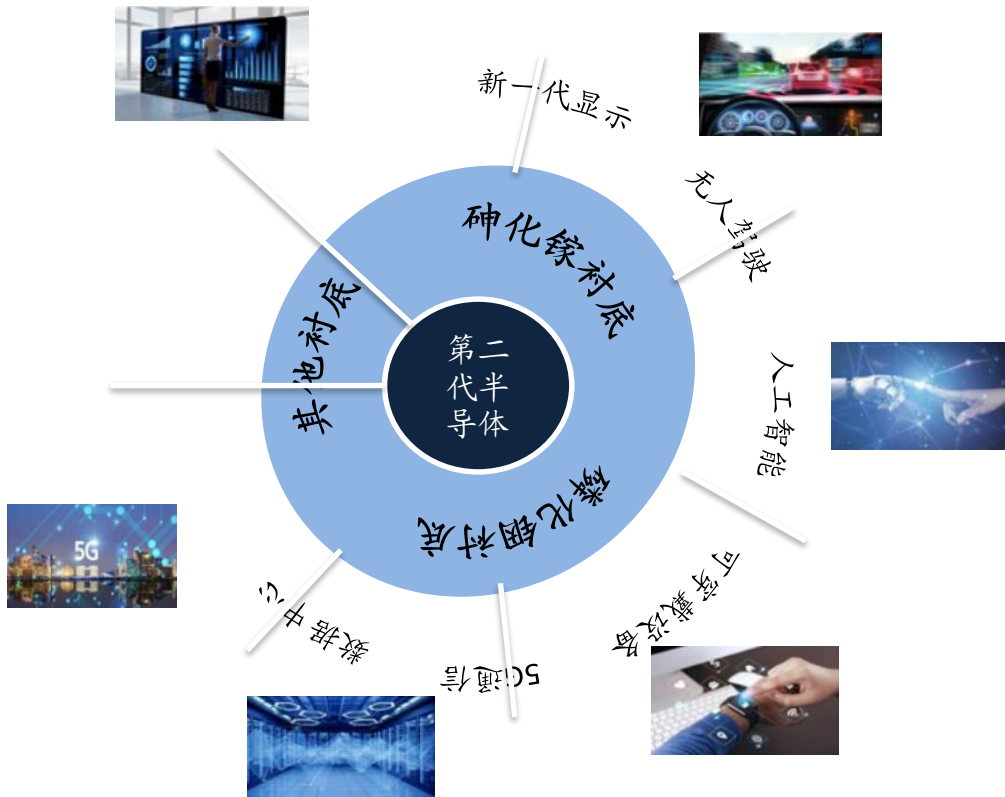
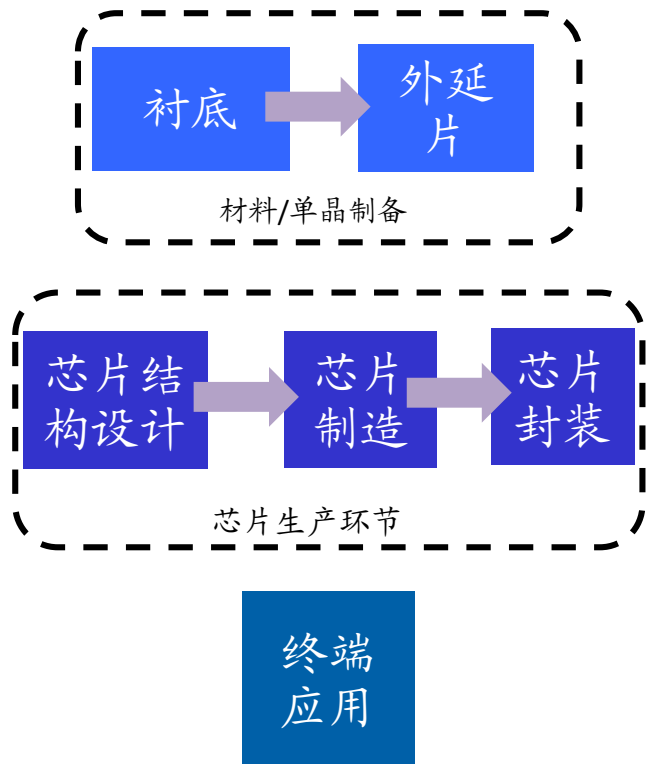
衬底制备

将单晶进行定向、滚圆、切割、倒角、磨片、清洗等初加工流程，制备成晶片。并进一步抛光、清洗、真空封装。

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），住友电工，HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

1.5 化合物半导体产业链



资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

1.4 化合物半导体合成方法

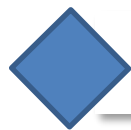
- **VGF法**是目前制备化合物半导体的主流且最为高效的方法之一。合成衬底质量好，且满足主流应用尺寸：2-6英寸需求。

表1: 化合物半导体制备方法

制备方法	HB 法	LEC 法	VGF法	VB法
优点	成本低; 操作简单	晶体的半绝缘特性好	晶体位错密度; 低生产效率稳定	晶体位错密度低
缺点	大尺寸制备困难	成本高; 晶体不均匀; 位错密度大	成本较高; 单晶生长较慢	成本较高; 机械传动结构; 需机械传动结构
衬底尺寸	< 3 英寸	< 12 英寸	< 8 英寸	< 8 英寸

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com



一、化合物半导体产业由国外厂商主导，国内加速布局



二、磷化铟：5G、可穿戴、车载三驾马车驱动市场增长

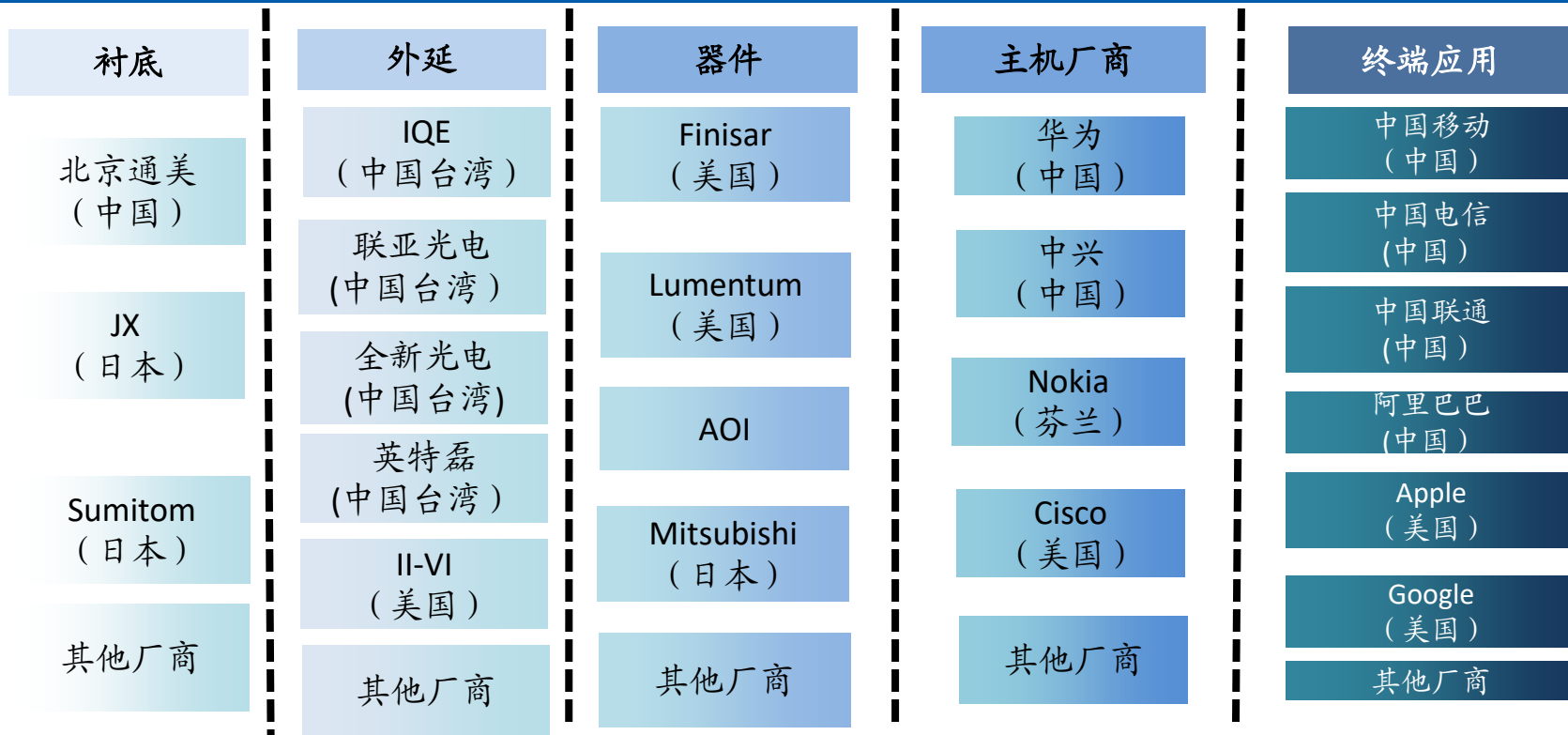


三、砷化镓：多方位同步稳速增长



四、北京通美：化合物半导体衬底产业强力选手

2.1 磷化铟：产业链



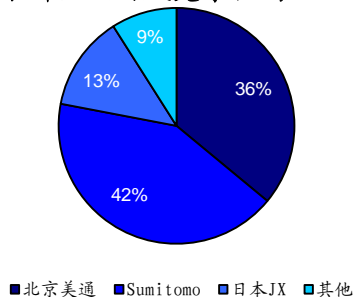
资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.2 竞争格局：多寡头竞争，市场逐步扩大

- 2020年磷化铟衬底市场呈现出多寡头垄断，主要集中在Sumnitomo、北京美通及日本JX公司，其他公司市场占比只有9%。
- 根据USGS数据，2020-2021年中国全年钢产量分别为540 吨和530 吨，占全球总产量的**56.3%**和**57.6%**。从原材料供应端为中国磷化铟市场的扩张提供保障。
- 受益于下游市场需求的增加，磷化铟衬底材料市场规模将持续扩大。根据 Yole 预测，2026 年全球磷化铟衬底（折合二英寸）预计销量为**128.19 万片**，2019-2026年复合增长率为 14.40%；2026 年全球磷化铟衬底市场规模为**2.02亿美元**，2019-2026年复合增长率为 12.42%。

图1：2020 年全球磷化铟衬底竞争格局



资料来源：Yole、北京通美招股说明书（注册稿）、USGS、华经产业研究院、HT

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

图2：2020-2021年全球各国钢产量情况

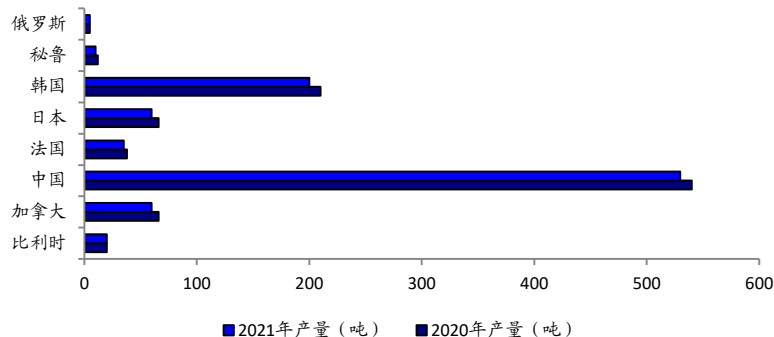
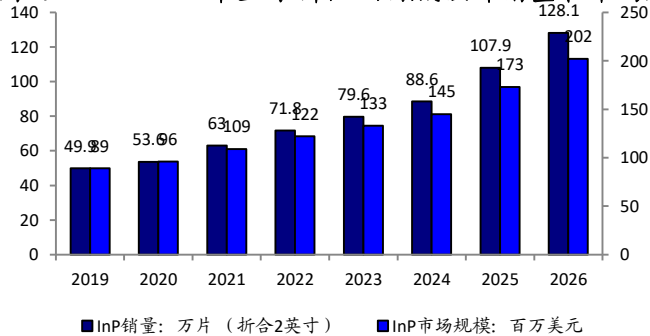
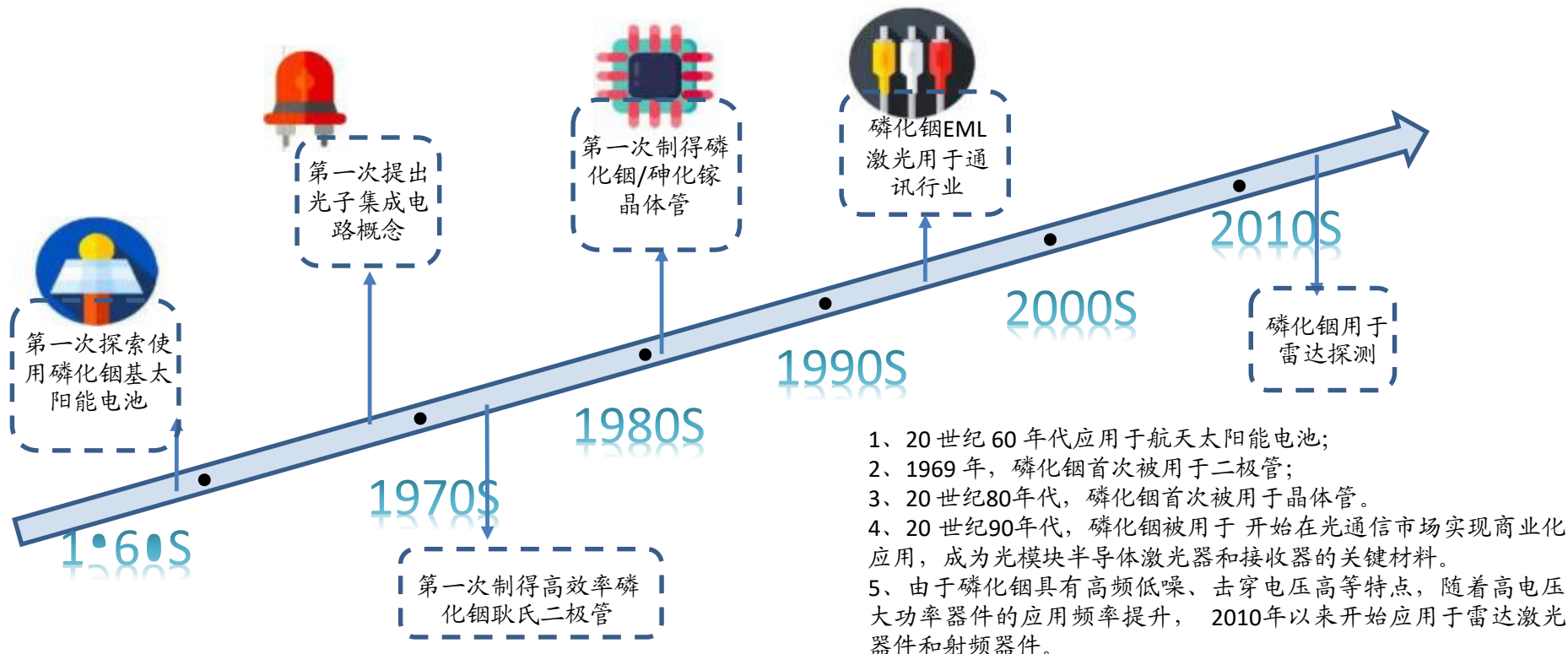


图3：2019-2026 年全球磷化铟衬底预计销量和市场规模



2.3 磷化铟：终端应用发展进程



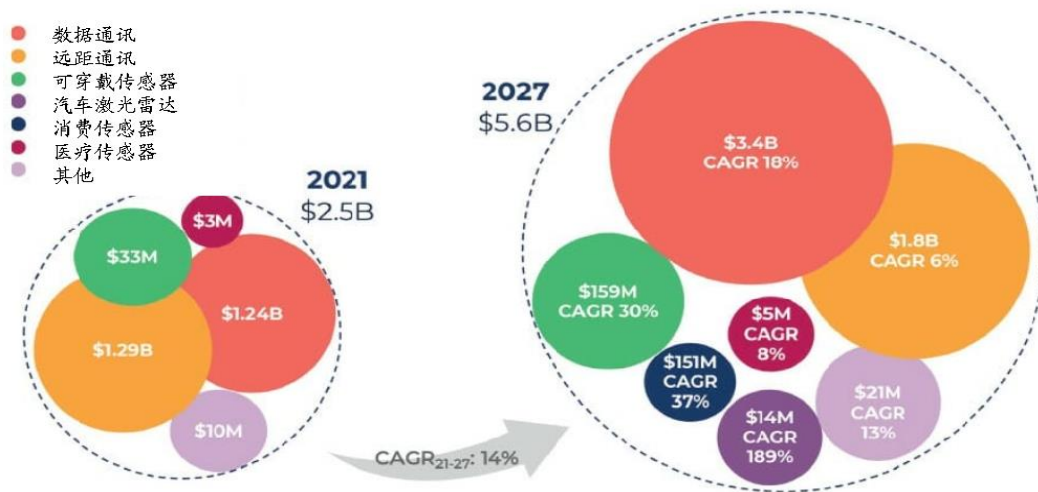
资料来源: Yole, 北京通美招股说明书 (注册稿), HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.3 磷化铟：各应用领域市场预测

- 作为高速和远程光收发器不可或缺的基石，InP激光二极管是电信和数据通信公司光子应用的最佳选择。应用下游器件包括光模块器件、传感器件、射频器件，对应下游终端领域包括5G通信、数据中心、人工智能、无人驾驶、可穿戴设备等领域。

图4：2021-2027年InP光电器件在不同应用领域的市场预测

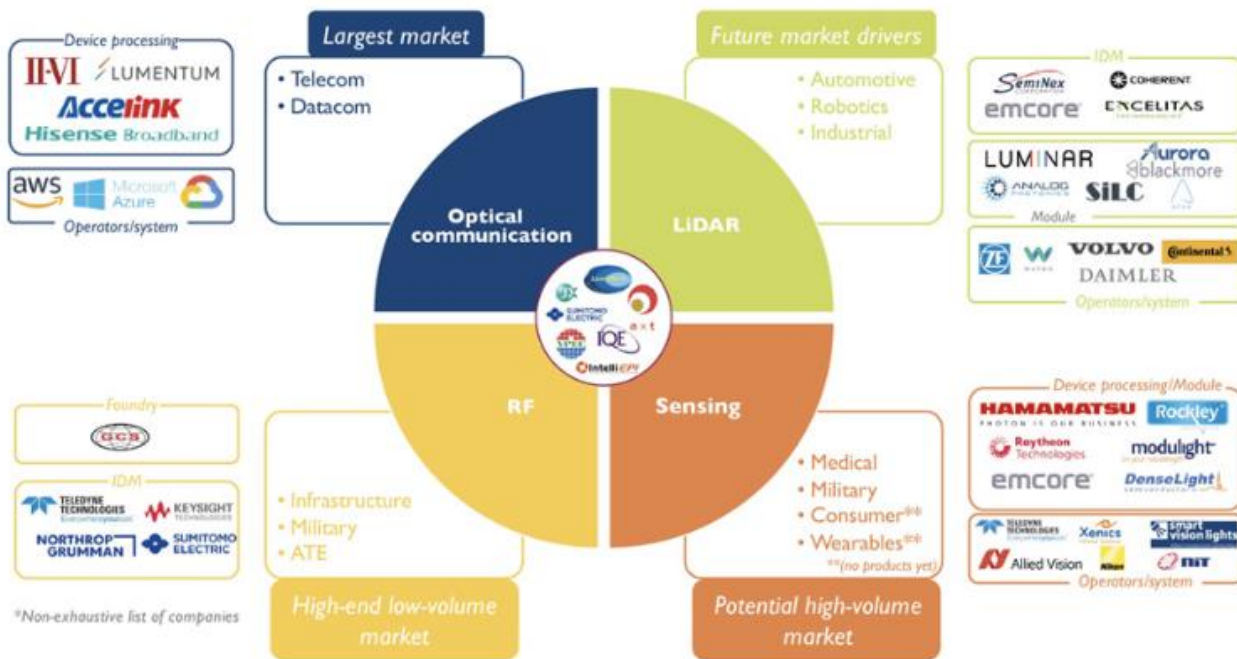


资料来源：Yole, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.3 磷化铟：产业链公司分布情况

图5： 2021年InP行业概况:按市场划分的主要参与者



资料来源：Yole, HTI

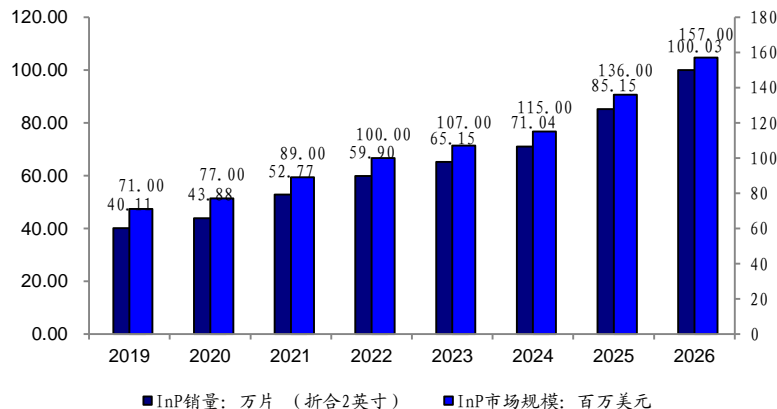
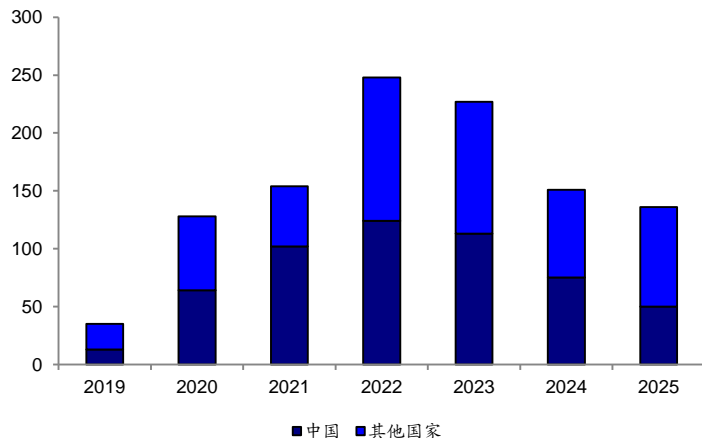
For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.4.1 5G推动InP光学模块市场

- 2019 年我国已经建成超过 13 万个 5G 基站，未来三年迎来建站高峰。根据工信部数据，截至 2019 年 6 月国内 4G 基站 445 万个；综合 5G 频谱及相应覆盖增强方案，中信证券测算未来十年国内 5G 宏基站约 4G 的 1-1.2 倍，合计约 500-600 万。
- 预测 InP 光模块市场到 2026 年将有两倍提升。在 market 需求的带动及中国政府新基建等政策的影响下，全球光模块市场将保持快速增长态势。根据 Yole 统计显示，到 2026 年全球光模块器件磷化铟衬底（折合两英寸）预计销量将超过 100 万片，2019 年-2026 年复合增长率达 13.94%，2026 年全球光模块器件磷化铟衬底预计市场规模将达到 1.57 亿美元，2019-2026 年复合增长率达 13.94%。

图6：2019-2025年全球5G基站建设规模预测（单位：万站）

图7：2019-2026年全球光模块器件磷化铟衬底预计销量和市场规模



资料来源：Yole, 北京通美招股说明书（注册稿）, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.4.2 InP传感器市场发展迅速

- **InP在传感器领域中更为安全。**在传感器领域中，器件放出的光波可见光或波长小于1400nm的光会聚焦在视网膜上，并可能对视网膜造成永久性损伤。相比于其他基底InP具有更长的波长能够更好保护眼部安全。在一些主要的应用中具有关键的优势，比如激光雷达和可穿戴设备中。
- **InP广泛应用在传感器设备中：**
 - 1、磷化铟衬底制造的可穿戴设备具备脉冲响应好、信噪比好等特性，可用于监测心率、血氧浓度、血压甚至血糖水平等生命体征。
 - 2、磷化铟衬底制造的激光传感器可以发出不损害视力的不可见光，可应用于虚拟现实（VR）眼镜、汽车雷达等产品中。

图8：不同半导体材料发出的光波波长范围

IC 基底	InP	GaAs	GaN	Si
光波波长 (nm)	1260-1654	635-1064	400-525	400-700

图9：InP传感器市场



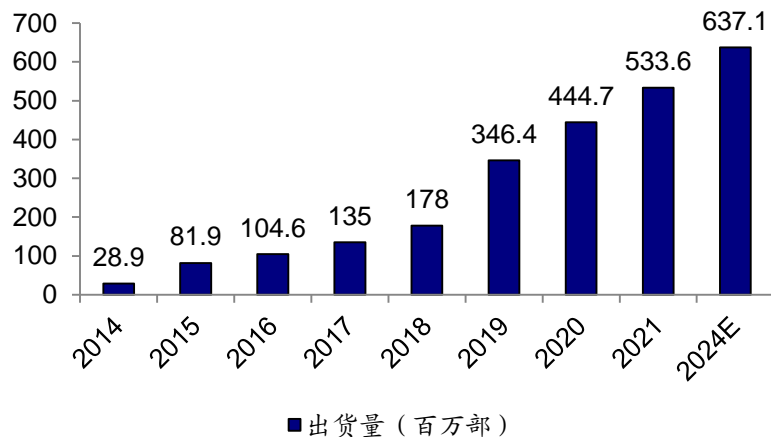
资料来源：Itri, Merck, Yole, 北京通美招股说明书（注册稿）, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.4.2 InP传感器市场发展迅速

- **全球可穿戴市场加速扩张。**随着移动通信、图像技术、人工智能等技术的不断发展及创新融合，可穿戴设备已成为全球增长最快的高科技市场之一。据华经产业研究院报道，全球可穿戴设备出货量从2014年的0.29亿部增长至2021年的5.34亿部，预计到2024年将达到6.37亿部。
- **InP在可穿戴市场渗透率快速增加。**对于智能手机来说，OLED显示器在13xx到15xxnm的波长范围内是透明的。有意去除手机屏幕上的摄像头凹槽并将3D传感模块集成到OLED显示屏下的OEM厂商正在考虑转向InP EEL，以取代当前的GaAs VCSEL。Yole 预计2022年InP在可穿戴设备中的最初市场渗透率将略有下降，随后将以112%的复合年增长率显著增长，到2026年达到2.55亿美元。

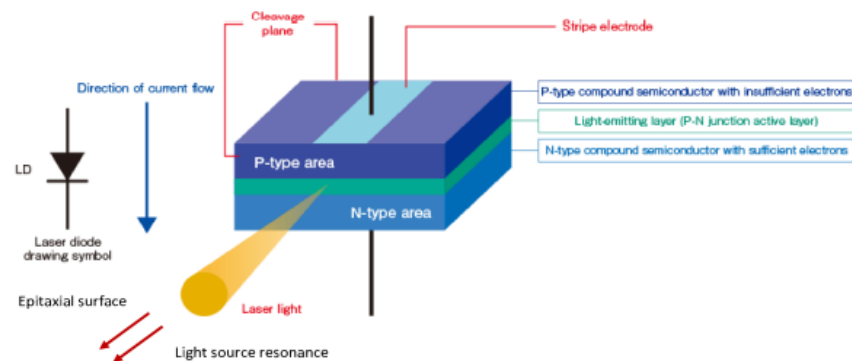
图10: 2014-2021年全球可穿戴设备出货量及预测



资料来源：华经产业研究院，HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

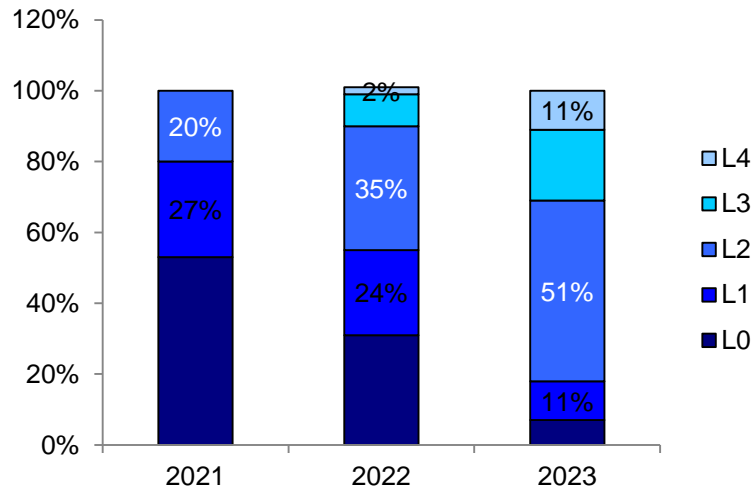
图11: InP-EEL结构图



2.4.2 InP传感器市场发展迅速

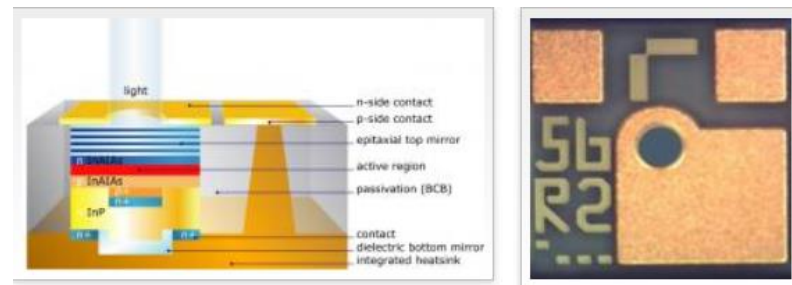
- 中国智能驾驶L2-L4渗透率提高。我国目前正处于从部分驾驶辅助L1升级到有条件自动驾驶L2+的阶段，据共研产业研究院预测，2023年，L2渗透率达到51%，L3渗透率达到20%。自动驾驶技术渗透率的提升有望促进激光雷达的市场。

图12: 2021-2023年中国在售新车L0-L4渗透率预测



资料来源: Yole, 长光华芯招股说明书, 共研产业研究院

图13: InP-VCSEL芯片结构图

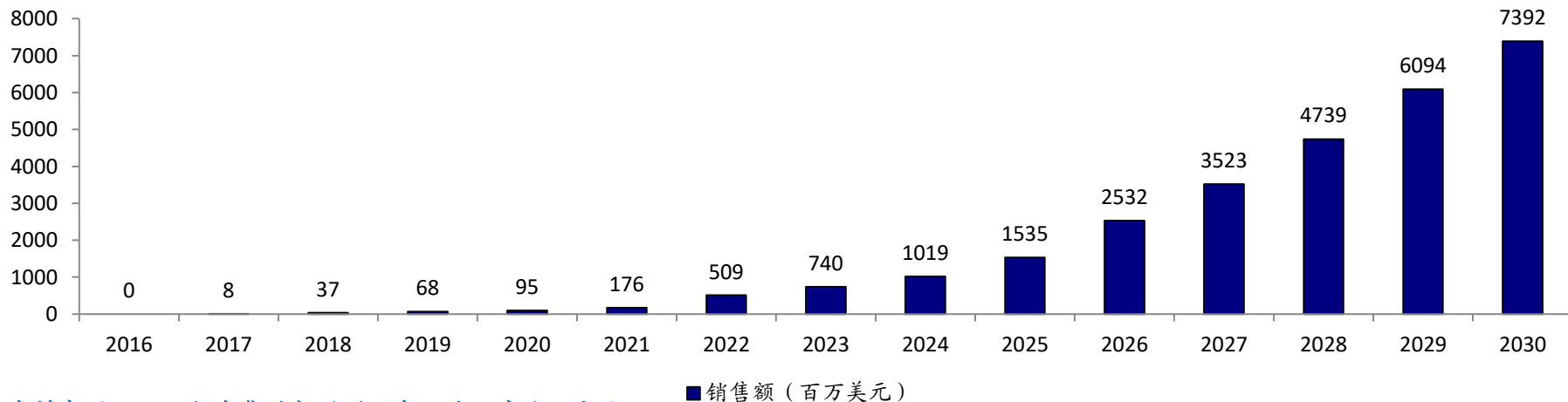


For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.4.2 InP传感器市场发展迅速

- InP未来有望替代GaAs在激光雷达的市场。InP更长的波长特性可以在汽车市场上提供更好的眼睛安全解决方案。激光雷达被认为是自动驾驶行业的必要条件，光源也是激光雷达供应商关注的主要问题。目前大多数汽车搭载GaAs-VSCEL，波长为905nm，因为其生产技术更成熟，成本更低。但905nm波段并不在眼睛安全的波段内，因此未来InP有望替代GaAs基底应用于自动驾驶领域。

图14：2016-2032 年全球激光雷达在高级辅助驾驶系统销售额



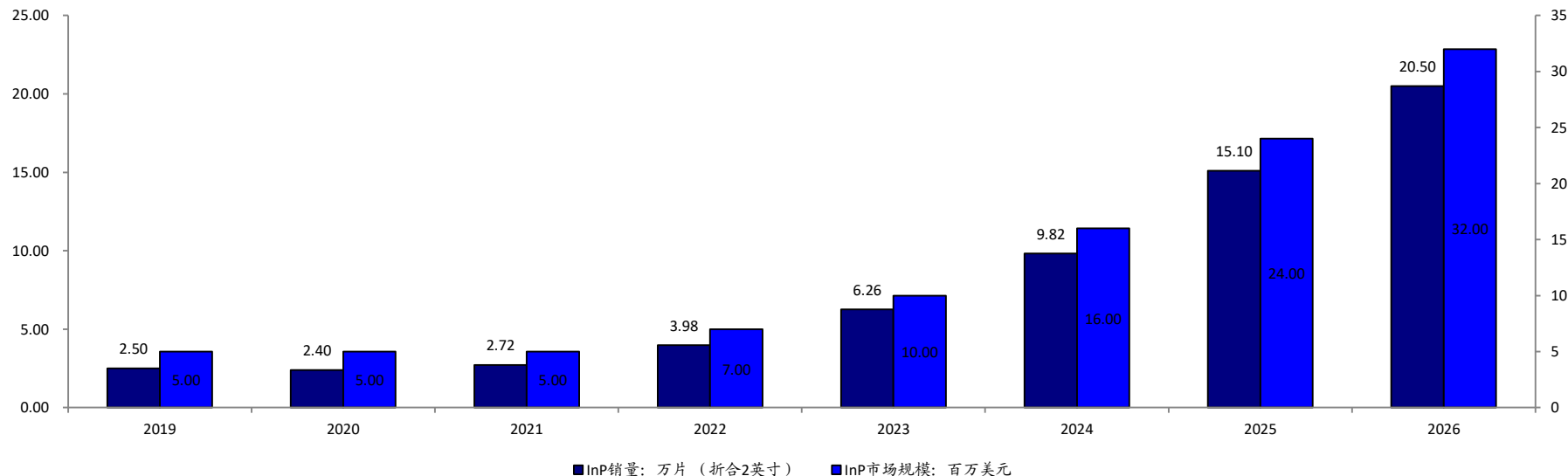
资料来源：Yole, 长光华芯招股说明书，共研产业研究院，HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.4.2 InP传感器市场发展迅速

- **InP在传感器市场快速发展。**根据 Yole 预测，2026 年应用于传感器领域的磷化铟衬底（折合二英寸）销量将达到20.54万片，2019-2026年年均复合增长率为 35.14%，2026年应用于传感器领域的磷化铟衬底市场规模将达到 3,200万美元，2019-2026 年年均复合增长率为 30.37%。

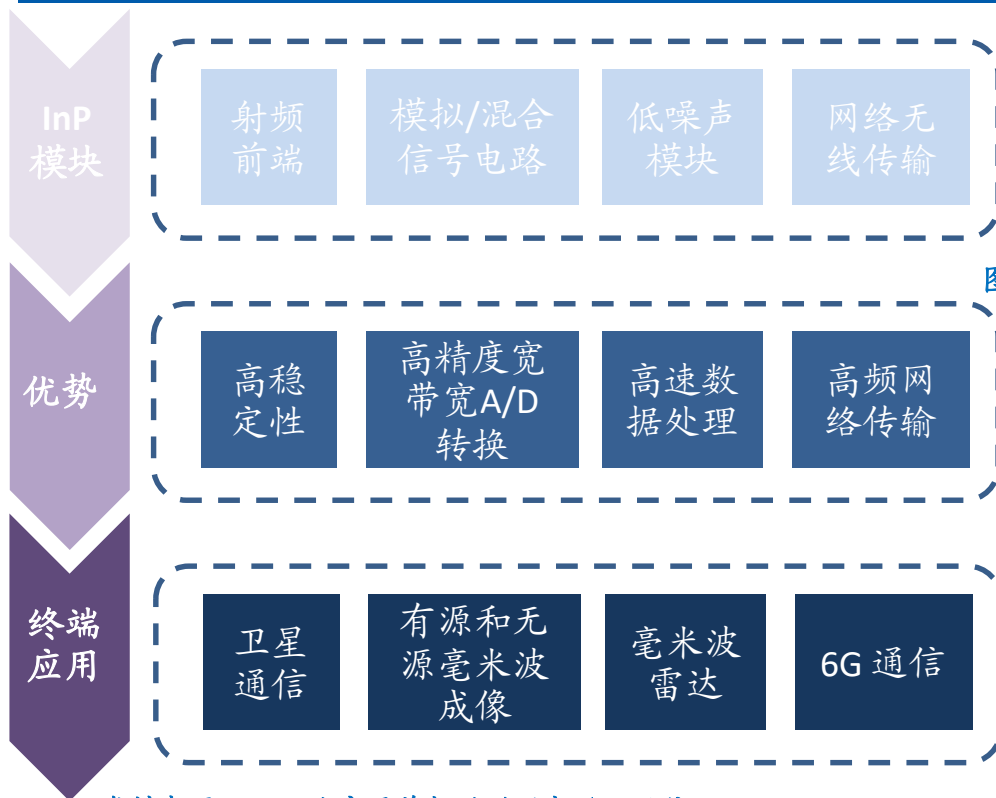
图 15：2019-2026年全球传感器磷化铟衬底预计销量和市场规模



资料来源：Yole,北京通美招股说明书（注册稿），HTI

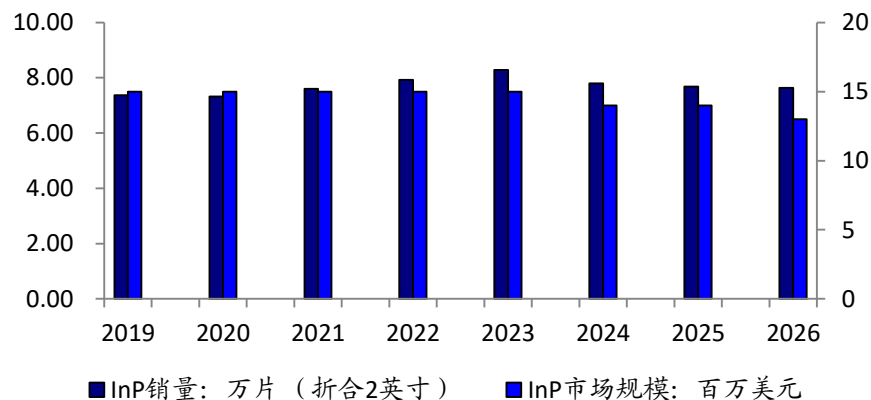
For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

2.4.3 InP射频市场稳速发展



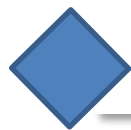
- **InP射频市场维持稳定增速。**根据 Yole 预测，2019-2023 年应用于射频器件的磷化铟衬底市场规模较为稳定，保持在 1,500 万美元的水平，到 2023 年应用于射频器件的磷化铟衬底（折合二英寸）销量将达到 8.28 万片。

图16：2019-2026年全球射频器件磷化铟衬底预计销量和市场规模



资料来源：Yole,北京通美招股说明书（注册稿）,HTI

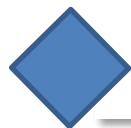
For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com



一、化合物半导体产业由国外厂商主导，国内加速布局



二、磷化铟：5G、可穿戴、车载三驾马车驱动市场增长

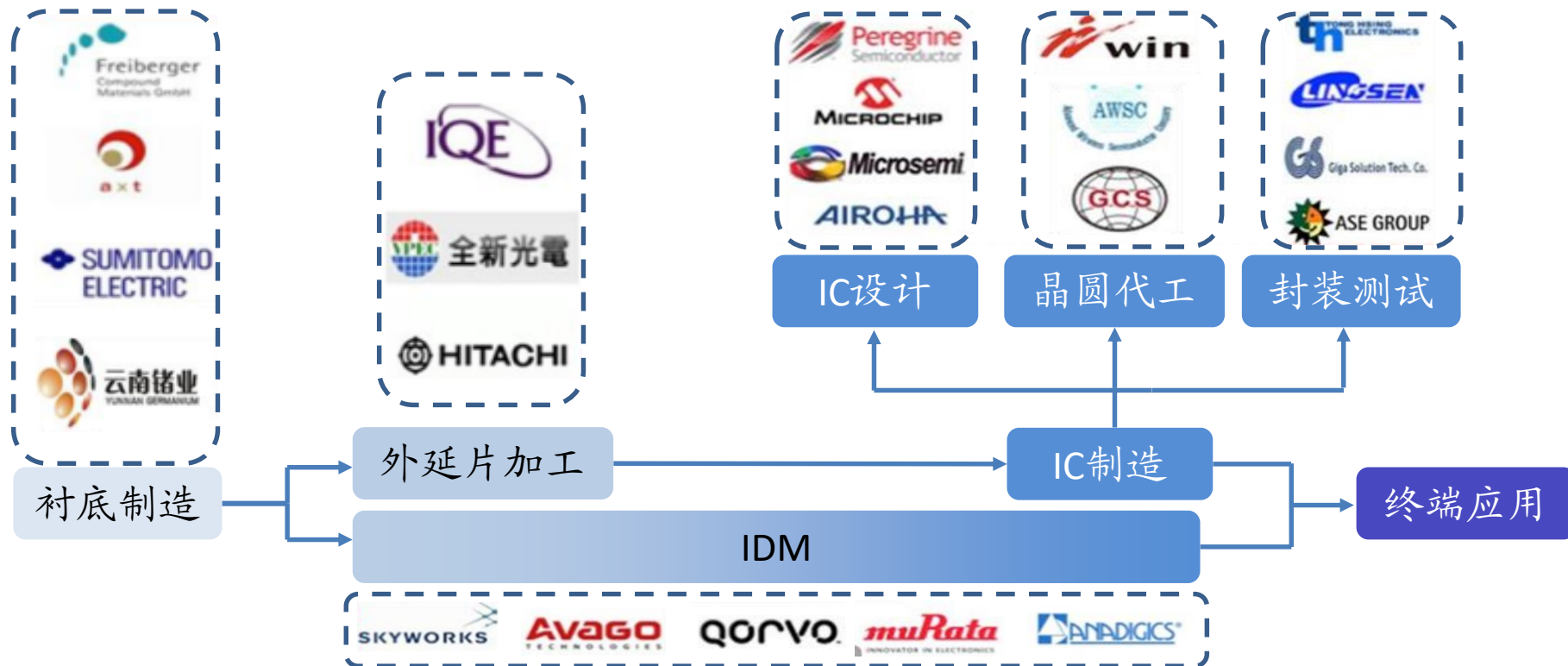


三、砷化镓：多方位同步稳速增长



四、北京通美：化合物半导体衬底产业强力选手

3.1 砷化镓：产业链分工



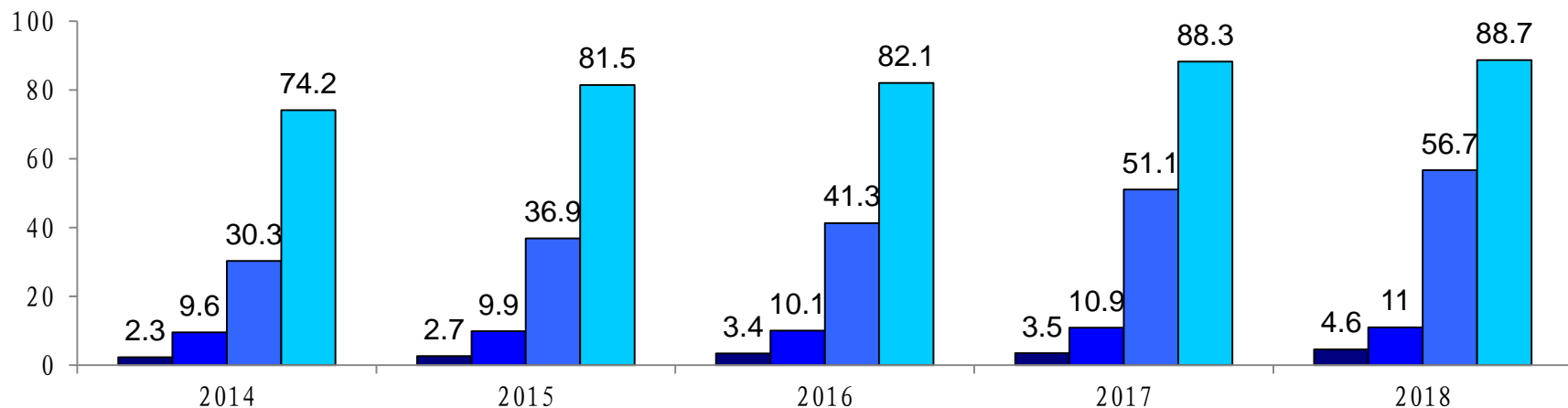
资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.1 砷化镓：产业链各环节市值

- 砷化镓上游衬底到下游元件价值量逐级放大。根据 Strategy Analytics 数据显示，2018 年，全球砷化镓产业链上衬底、外延片、晶圆代工、元件的市场规模分别为 4.6 亿美元、11.0 亿美元、56.7 亿美元、88.7 亿美元。2018 年数据显示，砷化镓上游衬底到下游元件，市场规模放大约 18 倍。

图17：全球砷化镓产业链的各环节市场规模（单位：亿美元）



资料来源：Strategy Analytics, HTI

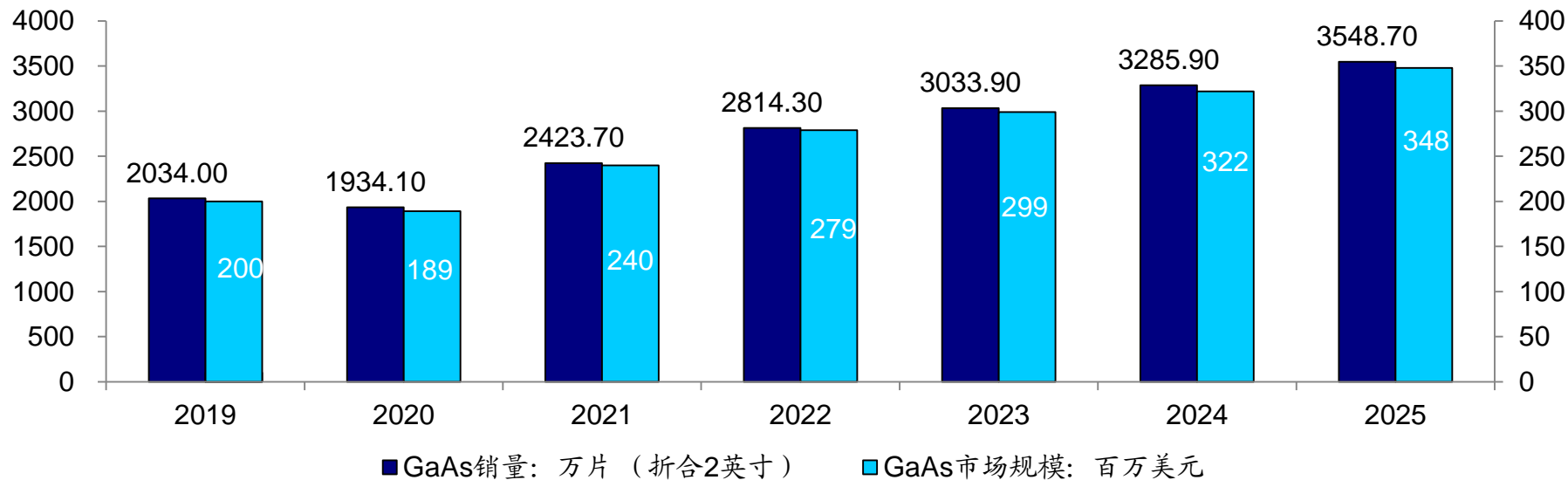
■ 单晶 ■ 外延片 ■ 晶圆加工 ■ 元器件

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.1 砷化镓：全球市场格局

- 得益于下游应用市场需求持续旺盛，砷化镓衬底市场规模将持续扩大。根据 Yole 测算，2019 年全球折合二英寸砷化镓衬底市场销量约为 2,000 万片，预计到 2025 年全球折合二英寸砷化镓衬底市场销量将超过 3,500 万片；2019 年全球砷化镓衬底市场规模约为 2 亿美元，预计到 2025 年全球砷化镓衬底市场规模将达到 3.48 亿美元，2019-2025 年复合增长率 9.67%。

图 18：2019-2025 年全球砷化镓衬底预计销量和市场规模



资料来源：Yole, 北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.1 砷化镓：产业链主要厂商

衬底制造	Freiberger (德国)	芯片设计	Microsemi 美高森美 (美国)	晶圆代工	WIN semi. 稳懋 (中国台湾)
	北京通美 (中国)		Ariooha 络达 (中国台湾)		AWSC 宏捷 (中国台湾)
	Sumitomo Electric (日本)		Hisilicon 海思半导体 (中国)		GCS 环宇 (美国)
	云南锗业 (中国)		RDA 锐迪科微电子 (中国)		Wavetek 联颖 (美国)
外延晶片加工	IQE (英国)	IC 封装	Richwave 立积电子 (中国台湾)	IC 测试	SMIC 中芯国际 (中国)
	VPEC 全新 (中国台湾)		pSemi 百利金 (美国)		Giga Solution 全智 (中国台湾)
	SCIOCS (日本)		Vanchip 唯捷创芯 (中国)		ASE 日月光 (中国台湾)
	Sumika 住化电子 (中国台湾)		汉天下信息 (中国)		Sigurd 硅格 (中国台湾)
	IntelliEPI 英特磊 (中国台湾)	IDM	Tong Hsing 同欣 (中国台湾)		华天科技 (中国)
	LandMark 联亚 (中国台湾)		Lingsen Precision 菱生 (中国台湾)		WLCSP 晶方 (中国)
	HITACHI (日本)				长电科技 (中国)
				Qorvo (美国)	Broadcom 博通 (美国)

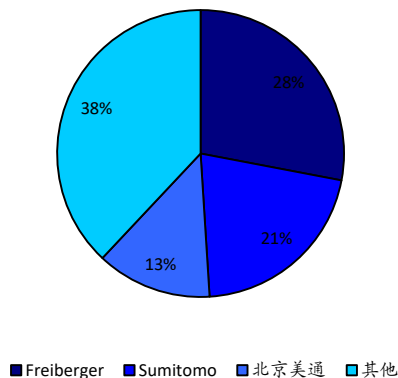
资料来源：各公司公告，HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.1 砷化镓:全球市场格局

- 全球砷化镓衬底市场集中度较高。根据 Yole 统计，2019 年全球砷化镓衬底市场主要生产商包括 Freiberger、Sumitomo 和北京通美，其中 Freiberger 占比 28%、Sumitomo 占比 21%、北京通美占比 13%。
- 北京美通 GaAs 衬底产品处于国际领先地位。公司以位错密度低、平整度（总厚度波动值、翘曲度越低，平整度越高，性能越好）高见长，其余产品技术参数与国际主要竞争对手产品相当，总体处于国际领先水平。

图19：2019 年全球砷化镓衬底市场竞争格局



资料来源：Yole，各公司公告，HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

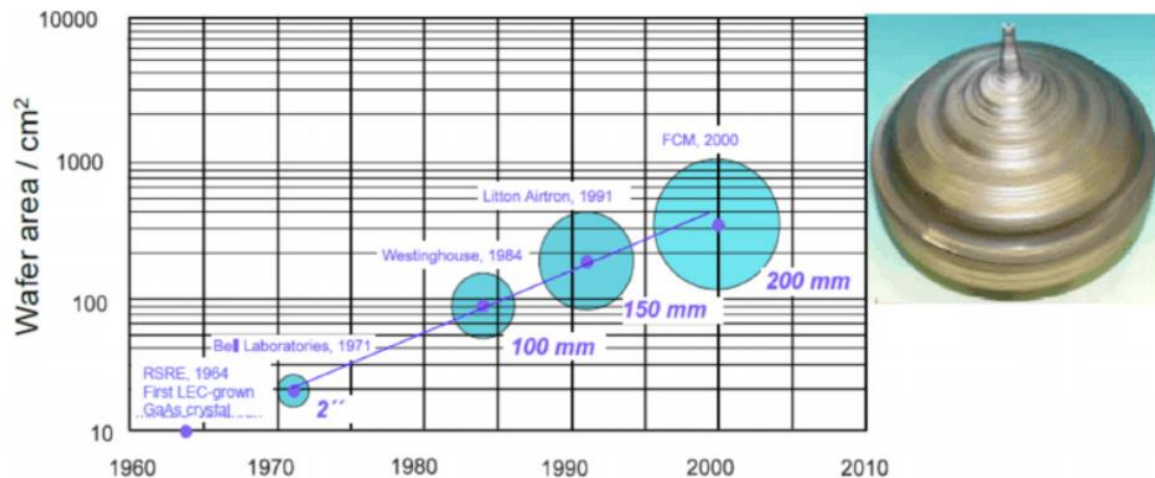
图20：砷化镓衬底市场主要生产商6英寸产品参数

参数	Sumitomo	Freiberger	北京通美
电阻率 $\Omega\cdot\text{cm}$	$\geq 8 \times 10^7$	$(1.0-8.0) \times 10^8$	$\geq 1 \times 10^8$
电阻率均匀性	未披露	未披露	$<150\%$
电子迁移率 $\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$	≥ 3000	≥ 4500	≥ 5000
位错密度 cm^{-2}	≤ 10000	≤ 10000	1500-5000
厚度 μm	$675 \pm 25/550 \pm 25$	$675 \pm 25/550 \pm 25$	$675 \pm 25/550 \pm 25$
总厚度波动值(P/P) μm	≤ 5	≤ 5	≤ 4
总厚度波动值(P/E) μm	未披露	未披露	≤ 10
翘曲度 μm	≤ 10	≤ 10	≤ 10
表面颗粒度	$<100@>0.4\mu\text{m}$	$<100@>0.3\mu\text{m}$	$<80@>0.3\mu\text{m}$

3.1 砷化镓：单晶片尺寸发展路线

- 随着砷化镓 IC集成度的提高和成本降低的需要，单晶片向大直径化发展。砷化镓于 1929 年被合成出来。1962 年，中国研制出了我国第一个 GaAs 单晶样品。砷化镓单晶片经历了直径从 2 寸到 4 寸（100mm）到 6 寸（150mm）再到 8 寸（200mm）的发展历程，总的发展趋势是晶体大直径化。

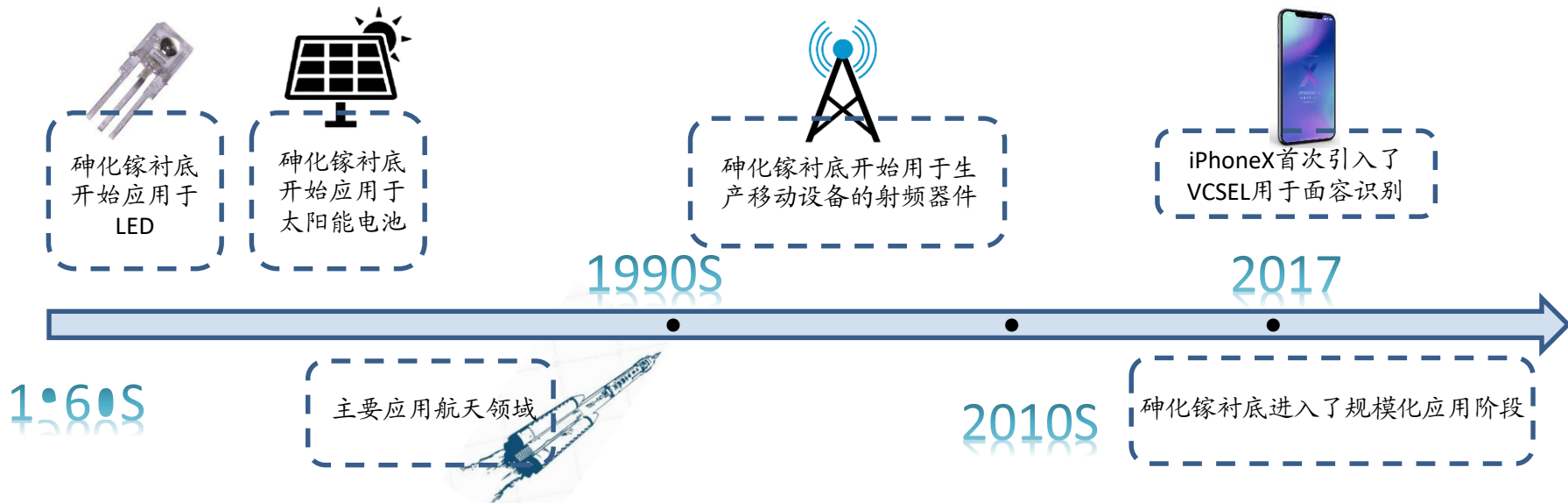
图21：砷化镓材料发展路线图



资料来源：《砷化镓材料发展状况概述》赵巧云, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.1 砷化镓：衬底终端应用发展进程



砷化镓是当前主流的化合物半导体材料之一，其应用可以分为三个阶段。

- 1、第一阶段：自20世纪60年代起，砷化镓衬底开始应用于LED及太阳能电池，并在随后30年里主要应用于航天领域。
- 2、第二阶段：自20世纪90年代起，随着移动设备的普及，砷化镓衬底开始用于生产移动设备的射频器件中。
- 3、第三阶段：自2010年起，随着LED以及智能手机的普及，砷化镓衬底进入了规模化应用阶段，随着Apple、Samsung、LG、TCL等厂商加入Mini LED市场，砷化镓衬底的市场需求将迎来爆发性增长。

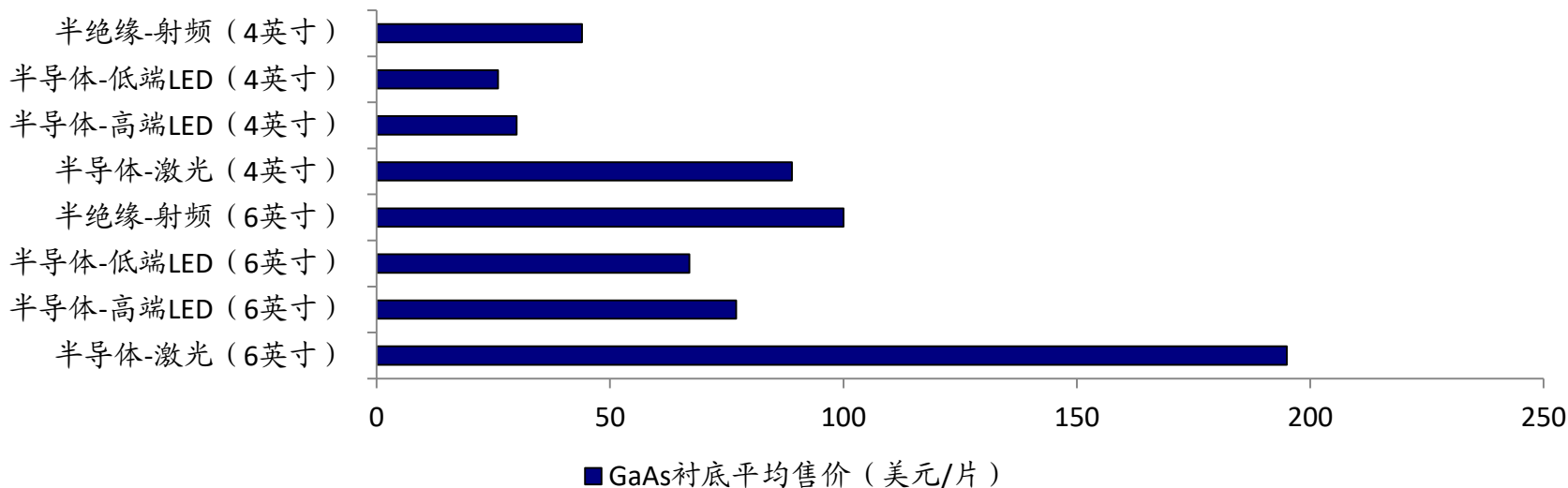
资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），苹果官网,HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2 砷化镓下游应用领域

- **GaAs衬底尺寸越大、指标越严，售价越高。**在射频及激光领域，需要器件具有高稳定的性能及良好的热传导性，所要求的GaAs衬底技术指标更高，因此其售价高于LED领域。同领域相比，因6寸的衬底制备技术更为复杂，其售价在4寸的2倍左右。

图22: 2017年不同应用的GaAs衬底平均售价比较



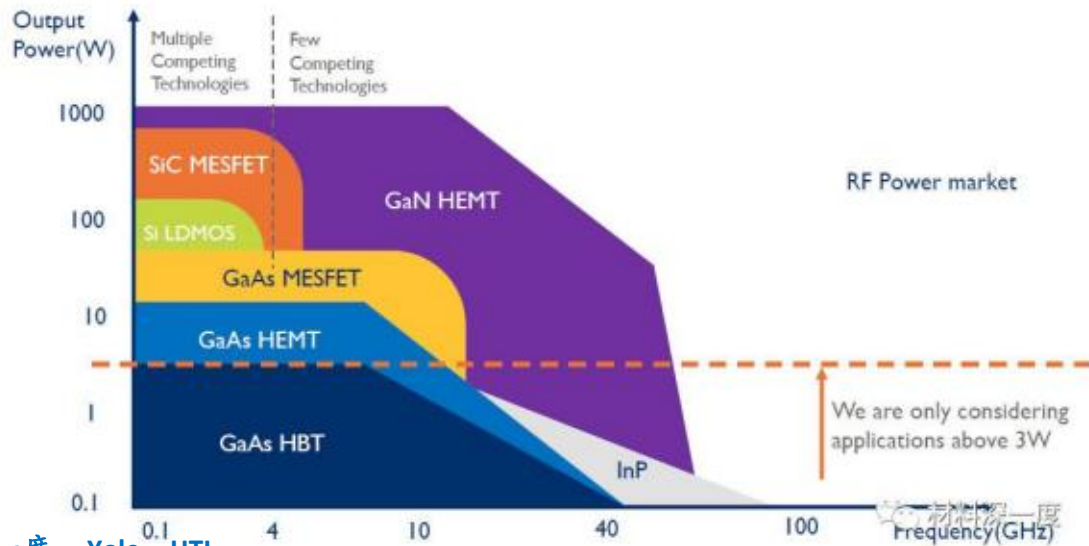
资料来源: Yole, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.1 5G推动GaAs射频领域市场

- **5G加速半绝缘型砷化镓衬底在射频领域的应用。**5G 通信对功率、频率、传输速度提出了更高的要求，使用砷化镓衬底制造的射频器件非常适合应用于长距离、长通信时间的高频电路中，因此，在5G时代的射频器件中，砷化镓的材料优势更加显著。

图23：不同材料适用的工作频率和输出功率



资料来源：知网，材料深一度，Yole，HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.1 5G智能手机占比逐步提升

- 全球智能手机出货量保持稳定，中国5G手机占比迅速提升。2015-2021年全球智能手机出货量维持在12亿台以上。中国5G手机市场从2019年起迅速增加，到2022年上半年已占据80%中国智能手机市场。
- 5G手机出货量快速上升拉动射频芯片砷化镓衬底市场规模增长。3G及以下手机配备1-2个PA，4G手机内 PA 数量平均为3-6 个。5G网络加入了新频段，同时Massive MIMO技术的应用带来手机端天线大幅增加，相应地，单个手机的PA 数量也将迎来显著的增长。

图24: 2015-2022H1全球智能手机出货量保持稳定
(单位: 万台)

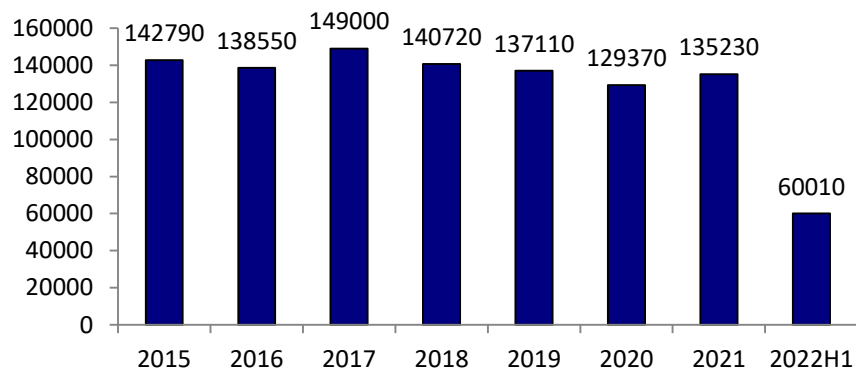
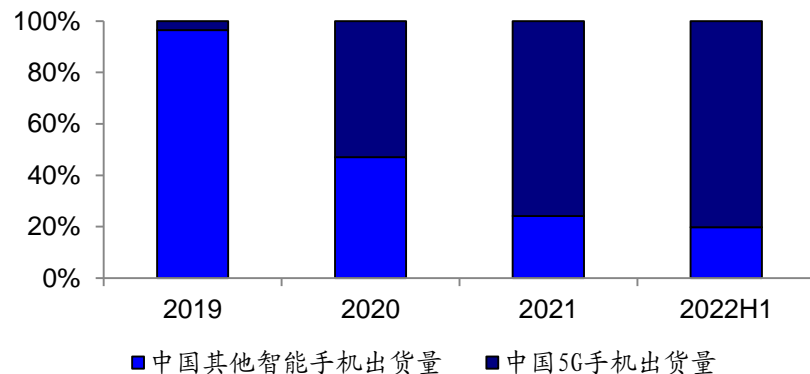


图25: 2019-2022H1中国5G手机出货量占比逐年提高



资料来源: iFinD, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.1 GaAs-HBT是5G通信的重要元件

- **GaAs-HBT适用于高频的5G通信。** 异质结双极型晶体管（HBT）是PA元件的设计工艺之一。其使用不同的材料作为基区和密合区，从而产生异质结。由于异质结产生的高势垒，其作用是限制从基极到发射极的孔注入。上面的部分是N发射器。它由一个GaAs层和一个AlGaAs层组成，形成基极-发射极结。基体是一层很薄的P - GaAs，目的是降低等效电阻，在更高的频率下工作。HBT技术适用于高频率，直到毫米波区域。
- **GaAs基底抗干扰能力出众。** 相比于CMOS和SiGe, GaAs具有更低的噪声温度，且随着技术的不断进步，GaAs达到了更低的噪声值，为高频率的通信提供了良好的抗干扰性能。

图26: NPN型 AlGaAs-GaAs HBT的简化截面

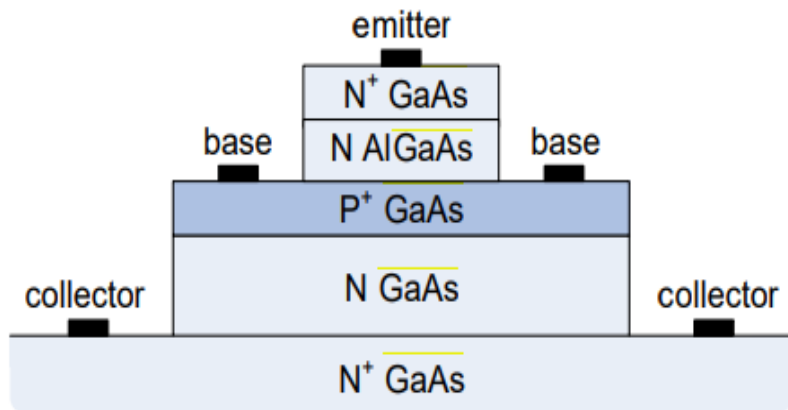
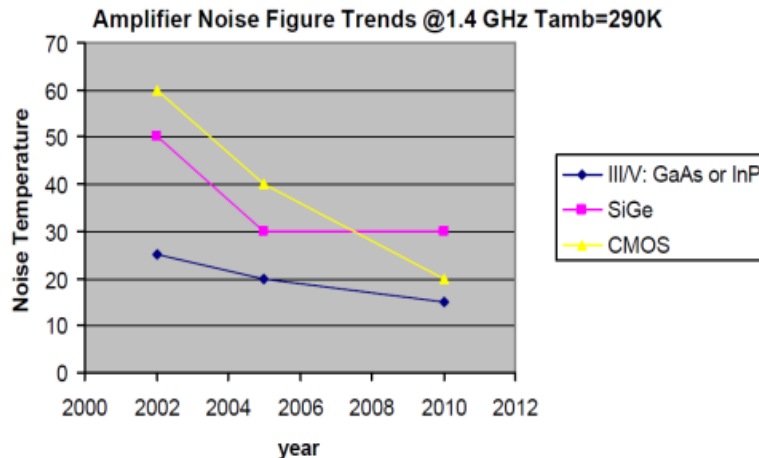


图27: 不同晶体管技术的噪声图趋势



资料来源: “Contributions to the Development of Microwave Active Circuits: Metamaterial Dual-Band Active Filters and Broadband Differential Low-Noise Amplifiers”

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.2 5G基站数量提升推动PA市场需求

- **Massive MIMO 技术的应用**，要求单个基站 PA 数量成倍增长。Massive MIMO 作为 5G 时代非常重要的技术，通过在基站使用大规模的阵列天线来实现通信系统频谱效率、覆盖能力和网络容量的提高，这就需要相应的射频收发单元阵列与之相配套，从而带来单个基站 PA 数量则大幅增长。
- **5G终端支持频段增多将直接带动射频前端用量和单机价值量的增长**。根据Skyworks数据，通信频段数量从2G时代的4个增加至4G时代的41个，而5G将新增50个频段，总频段数量将达到91个，由此将直接带动射频前端芯片的用量与单机价值的提升。根据Skyworks预测，射频前端单机价值量将从4G的18美金上升至25美金。

图28: Massive MIMO 技术示意图

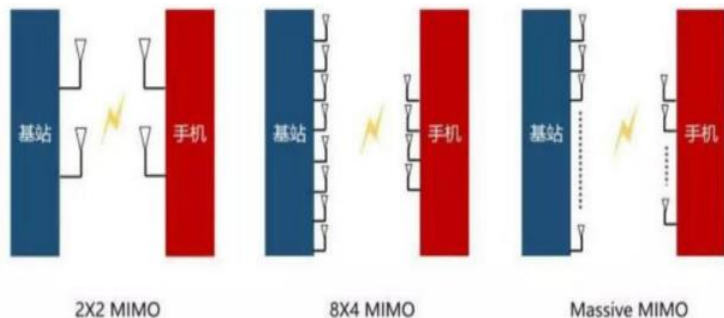
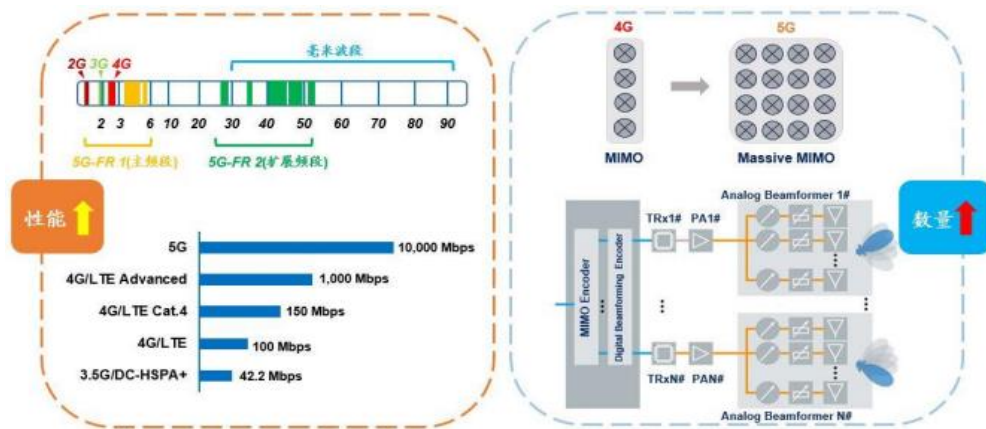


图29: 5G高频、高速特质驱动PA等射频组件性能提升、数量倍增

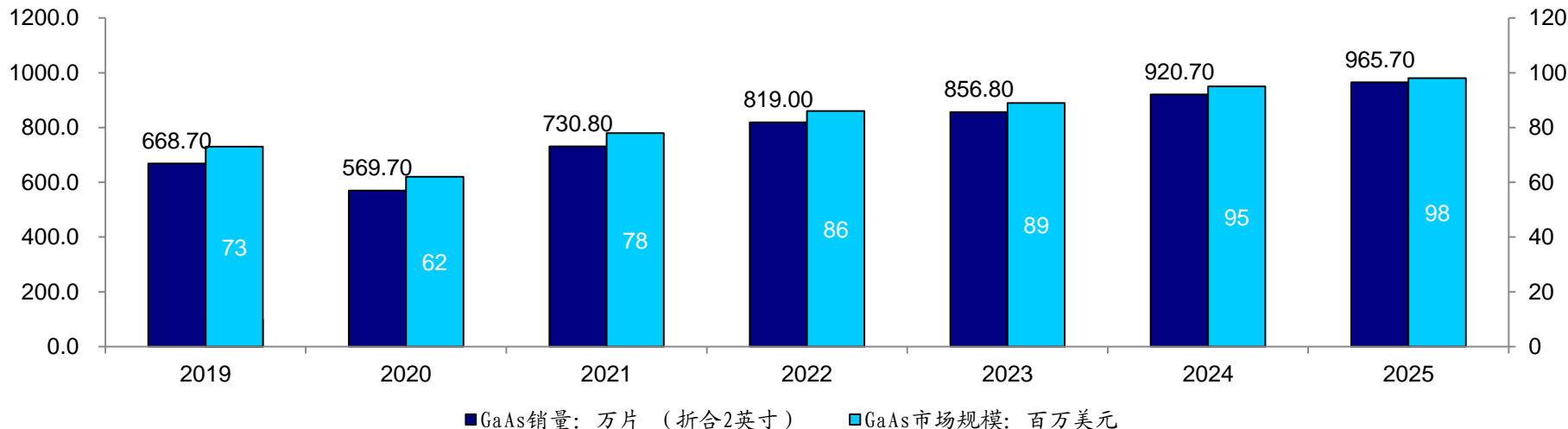


资料来源：知网，Yole,3GPP, 毛建军等于2015年发表于《现代雷达》期刊的论文《一种用于5G的大规模MIMO天线阵设计》，HTI
 For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.2 GaAs在基站射频领域稳步增长

- 5G 基站建设以及 5G 手机的推广将使砷化镓基射频器件稳步增长。根据Yole预测，2025年全球射频器件砷化镓衬底（折合二英寸）市场销量将超过965.70万片，2019-2025年年均复合增长率为 6.32%。2025年全球射频器件砷化镓衬底市场规模将超过9,800万美元，2019-2025年年均复合增长率为5.03%。

图30: 2019-2025 年全球射频器件砷化镓衬底预计销售量和市场规模



资料来源: Yole, 北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.3 砷化镓在LED领域应用广泛

- 半导体型砷化镓衬底可应用于LED领域。主要发红、黄光及红外光。LED应用将在Mini/Micro领域爆发式增长。随着LED照明普及率的不断提高，常规LED芯片及器件的价格不断走低。常规LED芯片尺寸为毫米级别，对砷化镓衬底的技术要求相对较低，属于砷化镓衬底的低端需求市场，产品附加值较低，该等市场主要被境内砷化镓衬底企业占据，市场竞争激烈；而新一代显示所使用的Mini LED和Micro LED芯片尺寸为亚毫米和微米级别，对砷化镓衬底的技术要求很高，市场主要被全球第一梯队厂商所占据。

图31：半导体材料发光区间

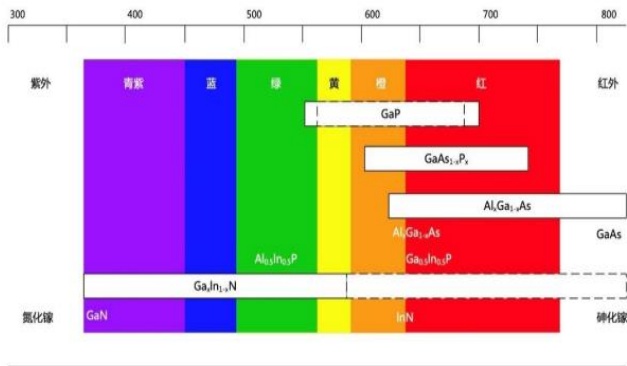
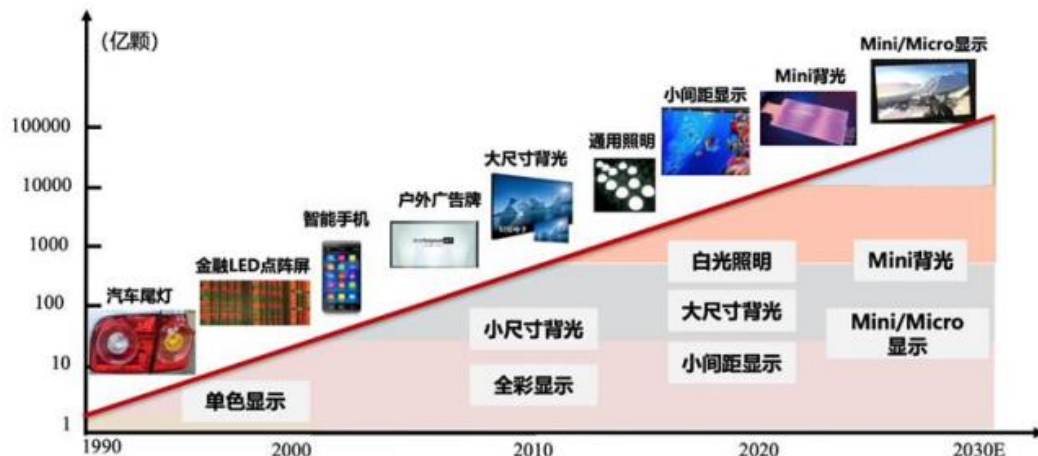


图32：LED应用将迎来爆发式增长



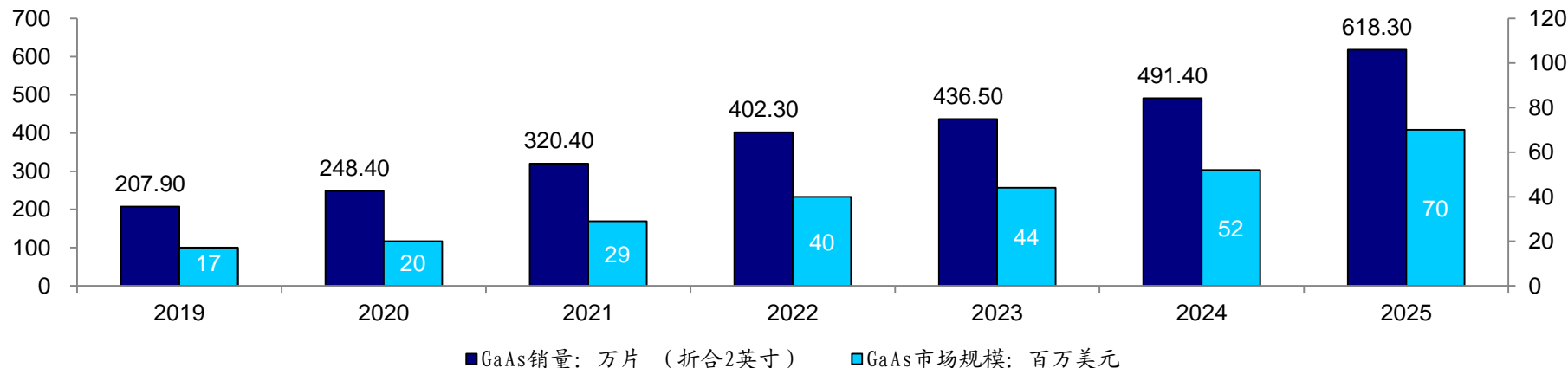
资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.3 Mini/Micro LED 芯片促进砷化镓市场

- **Mini/Micro LED 显示效果优于传统 LCD 技术，有望成为 LED 产业的核心驱动力。**目前基于 LED 的新一代显示包括 Mini LED 和 Micro LED 两种类型，可作为背光源或者像素发光源的显示技术。液晶显示面板（LCD）背光源的 Mini LED 技术目前已逐步应用于高清电视、笔记本电脑、平板等电子产品领域，可大幅提升液晶显示面板的显示效果。
- **Mini LED 及 Micro LED 器件砷化镓衬底的需求增长迅速。**根据Yole预测，2025年全球 Mini LED及Micro LED器件砷化镓衬底（折合二英寸）市场销量将从2019年的207.90万片增长至618.80万片，年复合增长率为19.77%；2019年全球 Mini LED及Micro LED器件砷化镓衬底市场规模约为1,700万美元，预计到 2025 年全球砷化镓衬底市场规模将达到7,000 万美元，年复合增长率为26.60%。

图33: 2019-2025 年全球 Mini LED 及 Micro LED 器件砷化镓衬底预计销量和市场规模



资料来源: Yole,北京通美招股说明书(注册稿),HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

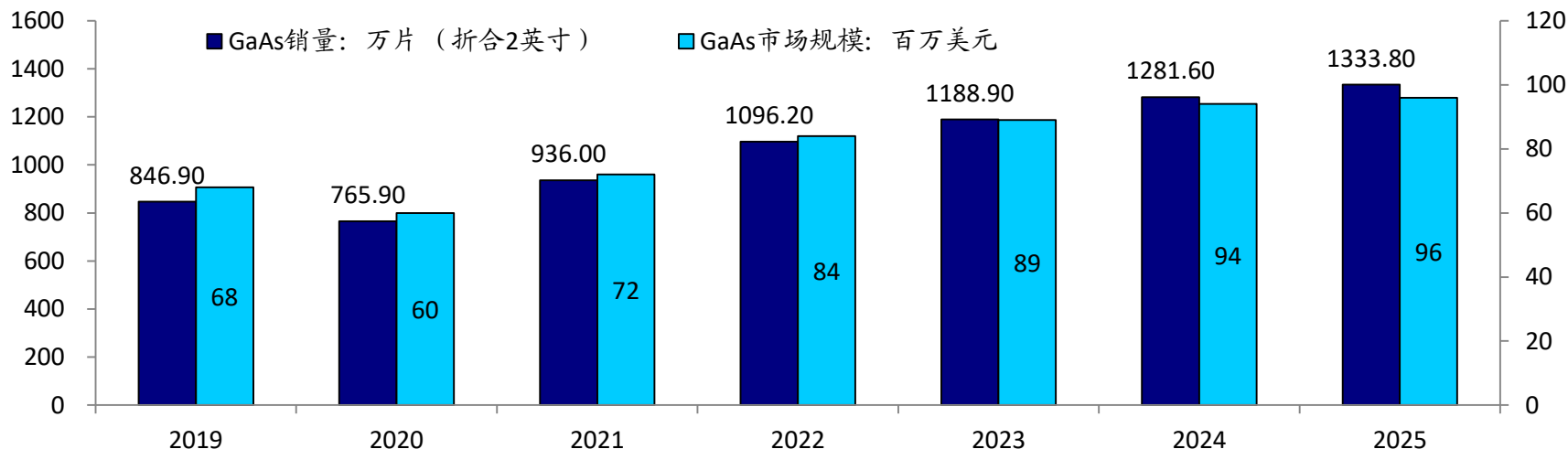
3.2.3 Mini LED 芯片厂商投资布局

企业名称	Mini LED 领域布局情况
三安光电	Mini LED 芯片在2018年实现量产，2019年开始批量供货
华灿光电	2019 年实现 Mini LED 芯片产品实现大批量生产与销售，公司 Mini LED 产品采用行业领先的倒装芯片结构及 LED 芯片衬底转移技术，具备 Mini LED 背光芯片产品大批量出货能力。
乾照光电	目前已经完成 Mini LED 的技术储备且有产品销售，2021 年出货量较小系因为传统领域订单饱满产能不足，未有新增产能布局在 Mini LED，随着定增落地，募投项目有 60%产能投向 Mini LED，在该领域 2022 年将有望较大的业绩爆发。
聚灿光电	与中科院半导体研究所联合开发的高带宽 GaN 基光可见光通信芯片进展顺利，随着新购 MOCVD设备及芯片制程设备到位，新产品量产可期。公司拥有稳定的客户群体，产品规格型号较稳定，满产满销。随着募集资金项目投产，Mini LED 产能将进入释放期，将在较短时间内实现销售。
台湾富采	目前集团产能分为三大价值产能，分别是红光、Mini LED 和传统蓝光，含金量最高是红光和Mini LED。子公司晶电第四季IT产品需求达到45%，其中Mini LED 晶电总营收占 40%，换算成富采营收比重则占三成。预计2022 年Mini LED 在电视、显示屏幕这两个产品上有很明显的增长，另外 仍会按照原来进度扩产，预估 2022 年底产能有望达四英寸150 万片。

3.2.3 砷化镓在LED市场增速平稳

- LED 器件砷化镓衬底市场增长平稳。根据 Yole 预测，2019 年全球 LED 器件砷化镓衬底市场（折合二英寸）销量约为 846.9 万片，预计到 2025 年全球 LED 器件砷化镓衬底（折合二英寸）市场销量将超过 1,300 万片，年复合增长率为 7.86%，增长较为平稳；2019 年全球 LED 器件砷化镓衬底市场规模约为 6,800 万美元，预计到 2025 年全球 LED 器件砷化镓衬底市场规模将超过 9,600 万美元，相较 2019 年将增加接近 3,000 万美元的市场规模。

图34：2019-2025 年全球 LED 器件砷化镓衬底预计销量和市场规模



资料来源：Yole, 北京通美招股说明书（注册稿）, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.4 砷化镓VCSEL芯片进军商业领域

- **GaAs 在激光领域的应用可分为 VCSEL 和非 VCSEL。**当前 GaAs 应用的看点主要在于 VCSEL。VCSEL（垂直腔面发射激光器），以 GaAs 材料为基础，主要的应用为人脸识别，是从无到有的过程，未来预计会有很高的增速。EEL（边发射激光器）属于非 VCSEL 器件，主要在汽车激光雷达领域应用，需求有望随着无人驾驶汽车市场的拓展而提升。GaAs 衬底的 VCSEL 芯片具有多方位优势。VCSEL 全称为 Vertical-cavity surface-emitting laser，即垂直腔面发射激光器，其芯片的衬底材料为砷化镓半导体。
- VCSEL 集高输出功率和高转换效率和质量光束等优点于一身，相比于 LED 和边发射激光器 EEL，在精确度、小型化、低功耗、可靠性等角度全方面占优。VCSEL 应用于人脸识别，从工业领域向商业领域发展。苹果公司首次在 iPhone 8、iPhone X 采用了 VCSEL 技术实现人脸识别解锁，推进了 VCSEL 技术的半导体激光技术从工业领域向消费领域的应用，扩大了 VCSEL 芯片的市场，加速了 GaAs 衬底的需求。

图35: VCSEL器件截面示意图

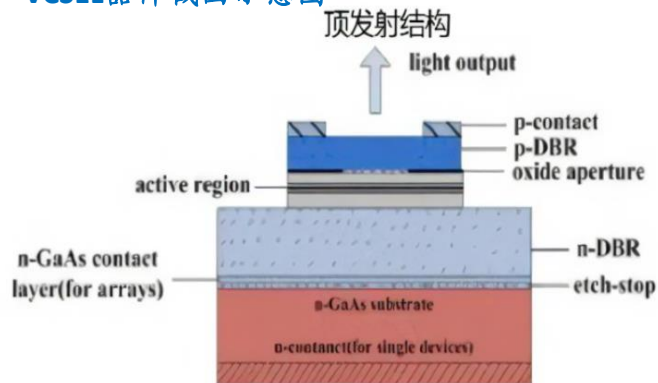
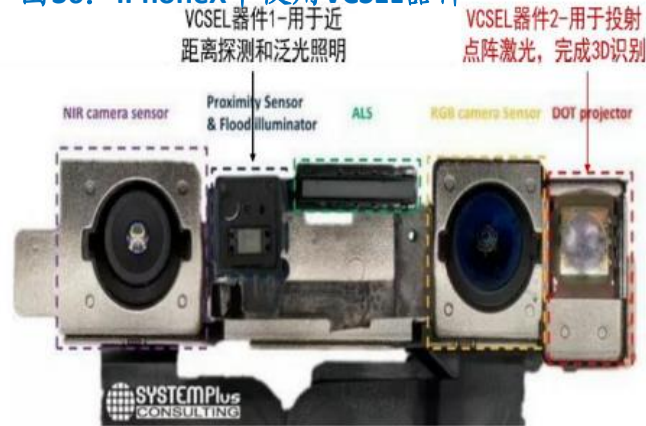


图36: iPhoneX中使用VCSEL器件



资料来源: 中国知网, SystemPlus, HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

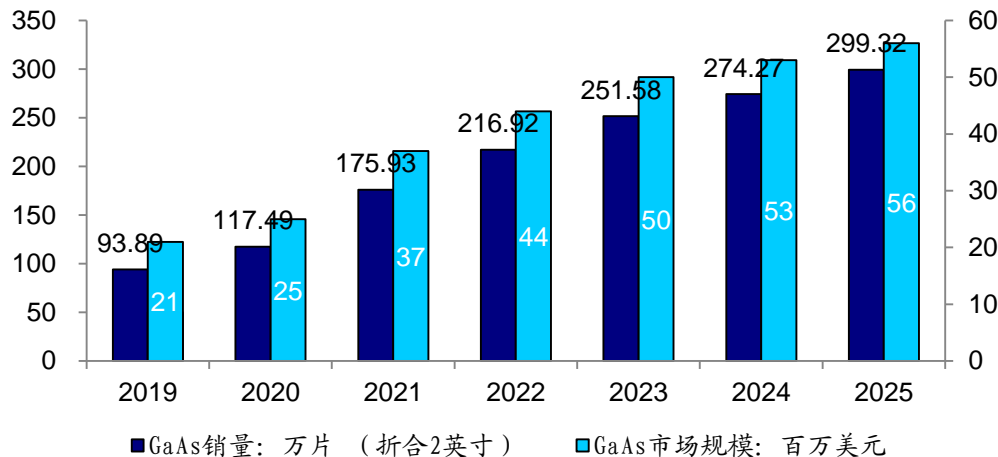
3.2.4 砷化镓VCSEL芯片市场扩增

- 多公司在手机中加入VCSEL阵列。随着苹果公司2017年率先推出集成人脸识别结构光前置摄像头的iPhoneX，开启了3D传感器在手机端的商用，后续华为、OPPO、ViVO、小米、三星等手机厂商也都在手机上逐步配置3D传感器。
- VCSEL市场将持续快速发展，加大砷化镓衬底的需求。根据Yole预测，2019年全球VCSEL器件砷化镓衬底（折合二英寸）销量约为93.89万片，预计到2025年将增长至299.32万片，年复合增长率达到21.32%；2019年全球VCSEL器件砷化镓衬底市场规模约为2,100万美元，预计到2025年全球砷化镓衬底市场规模将超过5,600万美元，年复合增长率为17.76%。

图37：安卓智能手机VCSEL供应链举例



图38：2019-2025 年全球 VCSEL 器件砷化镓衬底预计销量和市场规模



资料来源：麦姆斯咨询，Yole,北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.4 砷化镓车载激光雷达需求增加

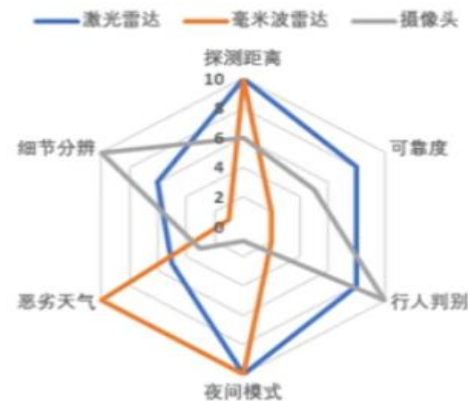
- 激光雷达有效提高自动驾驶技术。自动驾驶技术在L4级自动驾驶传感器选型上，纯视觉解决方案会存在精度、稳定性和视野等方面的局限性，无法满足高级自动驾驶对于传感器的性能要求。激光雷达为主传感器的自动驾驶方案最明显的特征是“重感知、轻计算”，“堆叠激光雷达”的方案会适当降低感知数据处理环节对运算能力的要求，从而加快L4级自动驾驶汽车商业化部署进程。

图39：自动驾驶对激光雷达的需求



资料来源：未来智库，HTI

图40：车载雷达性能比较

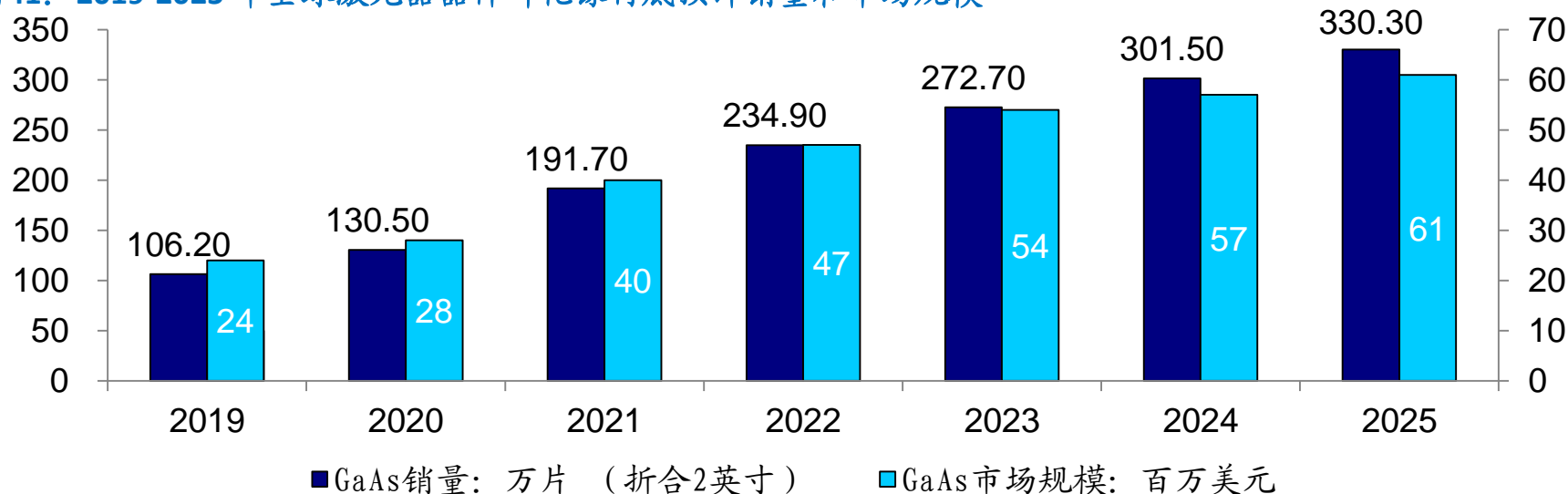


For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

3.2.5 砷化镓在激光器领域具有较高增速

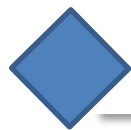
- 激光器是砷化镓衬底未来五年最大的应用增长点之一。根据 Yole 预测，到 2025 年，全球激光器砷化镓衬底（折合二英寸）的市场销量将从 2019 年的 106.2 万片增长至 330.3 万片，年复合增长率为 20.82%；预计到 2025 年，全球激光器砷化镓衬底市场容量将达到 6,100 万美元，年复合增长率为 16.82%。

图41: 2019-2025 年全球激光器器件砷化镓衬底预计销量和市场规模



资料来源: Yole,北京通美招股说明书(注册稿),HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com



一、化合物半导体产业由国外厂商主导，国内加速布局



二、磷化铟：5G、可穿戴、车载三驾马车驱动市场增长



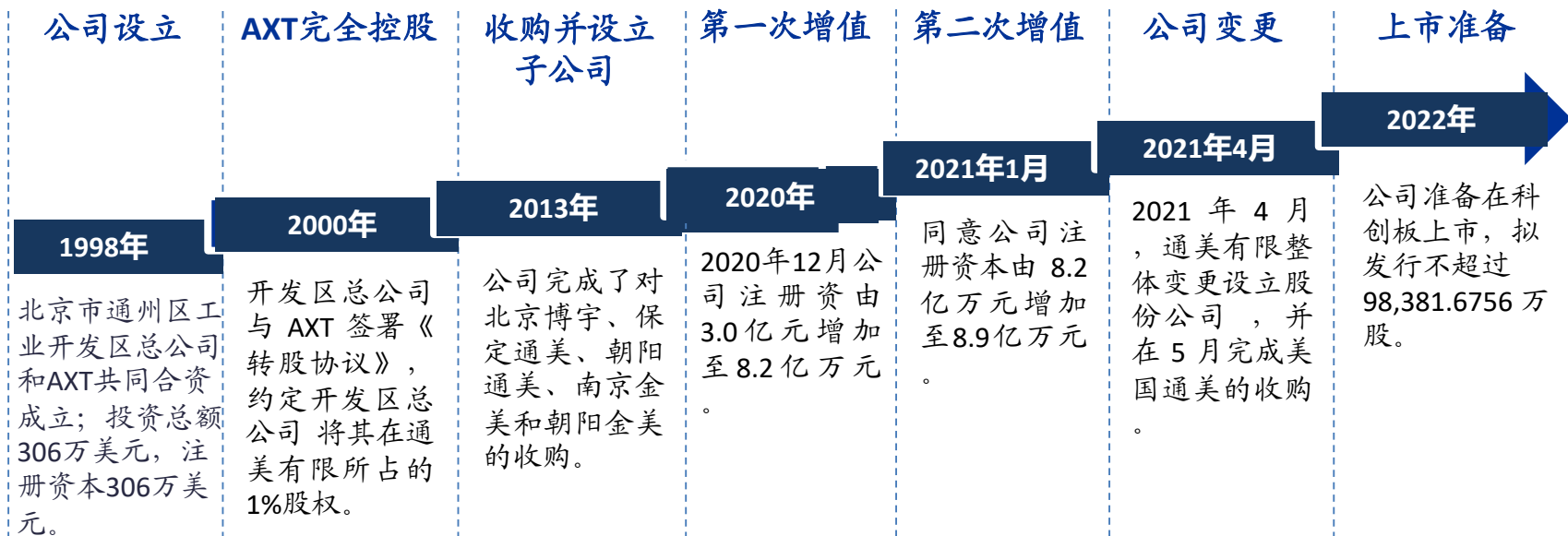
三、砷化镓：多方位同步稳速增长



四、北京通美：化合物半导体衬底产业强力选手

4.1 北京通美历史沿革

- 北京通美晶体技术股份有限公司，是一家全球知名的半导体材料科技企业，主要从事磷化铟衬底、砷化镓衬底、锗衬底、PBN 材料及其他高纯材料的研发、生产和销售。公司原名为“北京通美晶体技术有限公司”，于1998年由北京市通州区工业开发区总公司和AXT共同合资成立。2021年，公司更名为“北京通美晶体技术股份有限公司”，并在进行上市准备，于今年拟发行9.84万股。



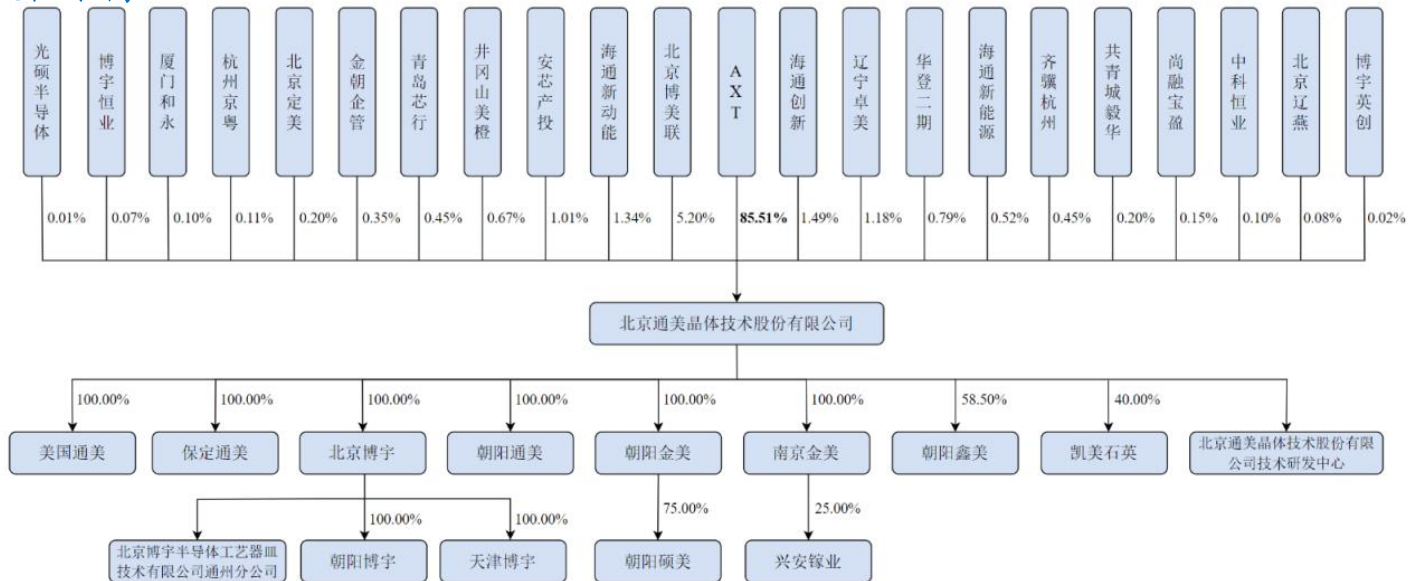
资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.1 北京通美股权结构

- 公司由AXT公司控股，设立多家子公司。截至公司招股说明书签署日，AXT公司直接持有公司85.51%股份，北京博美联持有公司5.20%股份；公司的其他主要股东为私募机构和公募机构。公司下设多个子公司，用于制造、销售半导体产品。

图42：公司股权结构



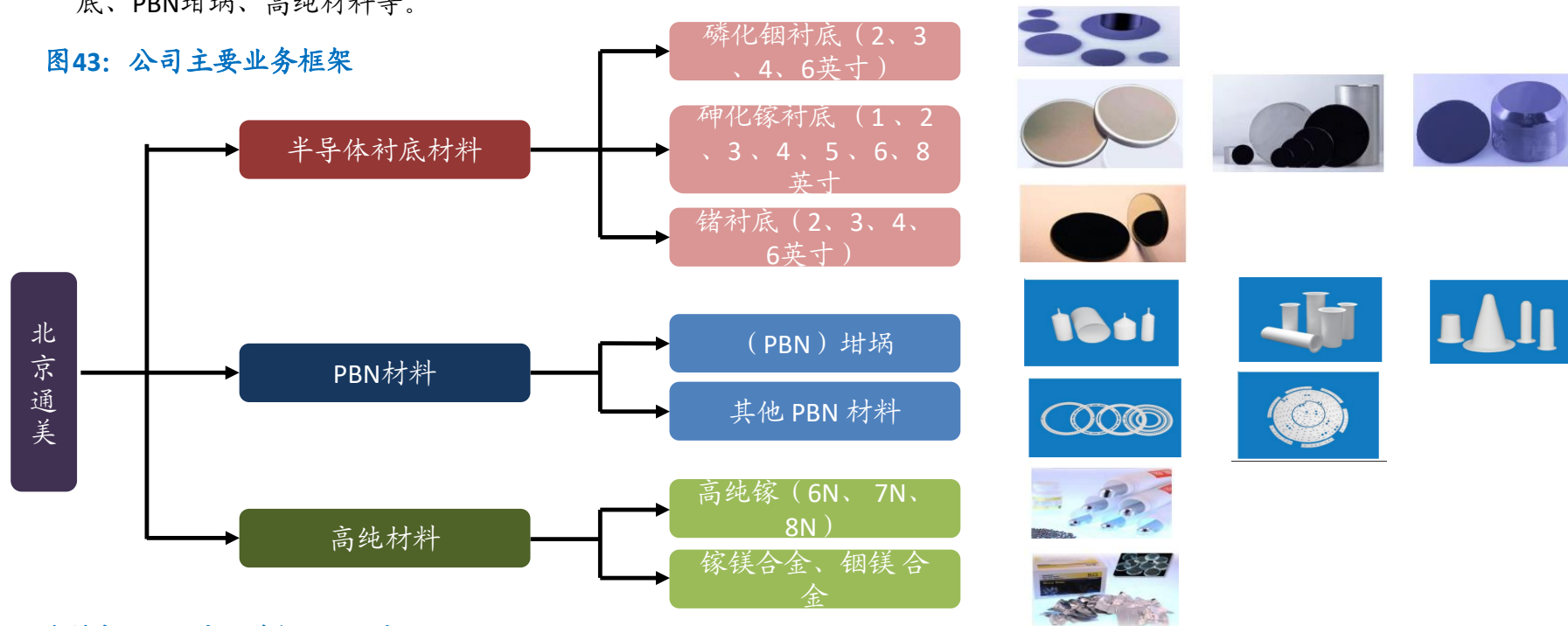
资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.1 主要业务种类

- 公司以 III-V 族化合物半导体衬底为核心，业务向上游 PBN 材料及高纯材料延伸。公司业务包括磷化铟衬底、砷化镓衬底、锗衬底、PBN 坩埚、高纯材料等。

图43: 公司主要业务框架



资料来源: 北京通美招股说明书 (注册稿), HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.2 公司营收及利润逐年提升

- 公司产品批量生产后，营收和利润步入增长快车道。随着公司研发的产品逐步批量生产后，公司营业收入和扣非归母净利润自2019年后显著提升。
- 1) 从营收看，公司2020、2021年同比增速分别达到26.17%、47.01%；
- 2) 从归母净利润看，2020年公司扭转盈亏。2021年至2022年上半年公司维持高增长态势，公司归母净利润为0.90、0.75亿元，同比增长901.16%、93.00%。

图44: 2018-2022年H1公司营收情况 (单位: 亿元)

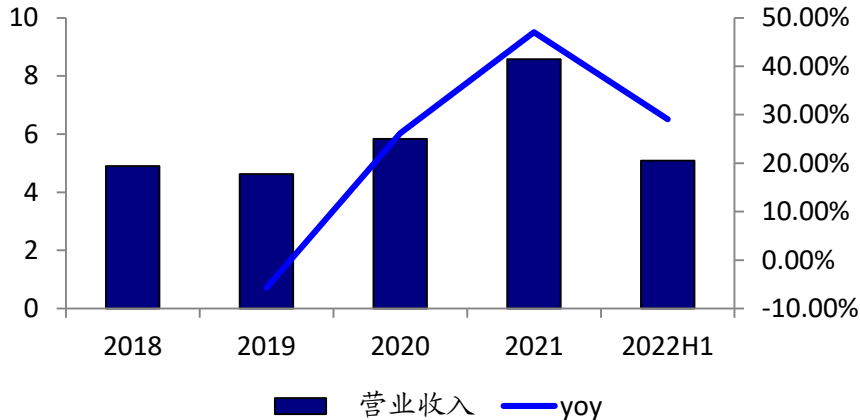
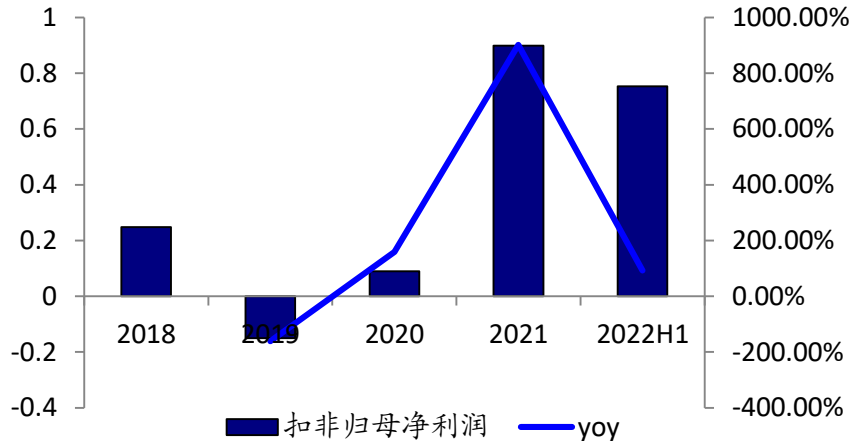


图45: 2018-2022年H1公司扣非归母净利润情况 (单位: 亿元)



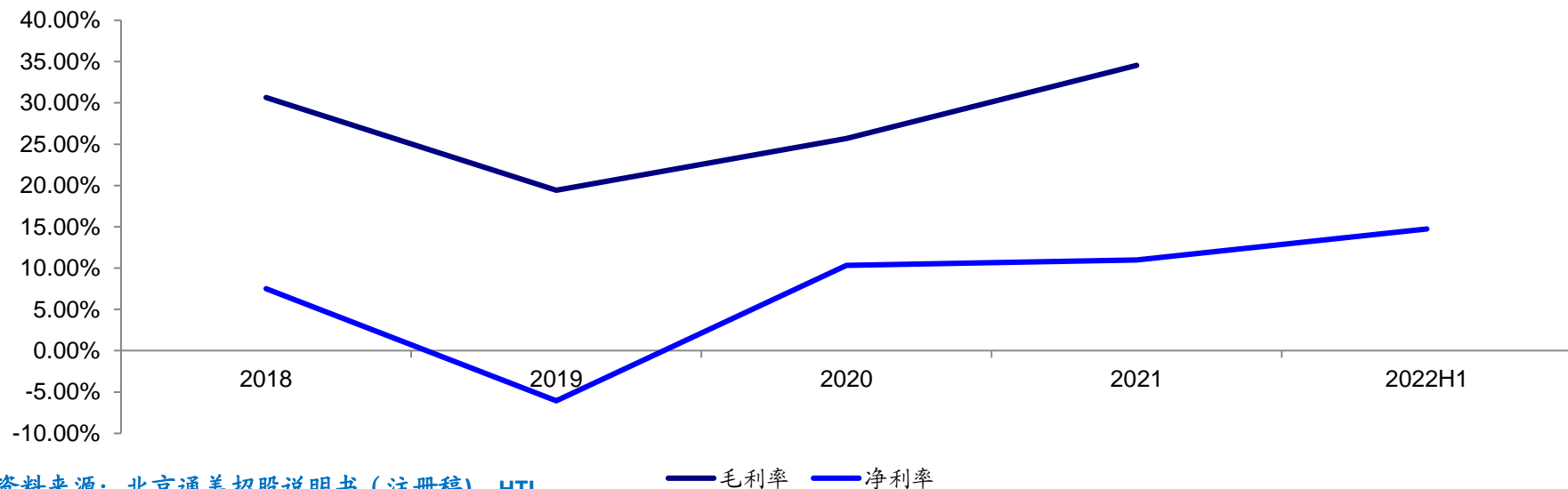
资料来源: 北京通美招股说明书 (注册稿), HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.2 公司盈利能力逐年提升

- 公司毛利率与净利率逐年稳步提升。2019年至2021年，公司毛利率从19.43%稳步提升至34.53%；公司净利率从-6.07%增长至10.97%，并在2022年上半年达到14.75%。

图46：2019-2021年公司毛利率和净利率稳步提升



资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.2 公司盈利能力逐年提升

- 公司InP衬底业务毛利率在50%左右，构成公司主要毛利润；GaAs衬底业务毛利率逐年提高；公司已逐步减少锗衬底业务的占比。
- 2019-2021年,公司InP衬底毛利率分别为40.65%、38.64%和54.42%，2020年度略有下滑，2021年度涨幅较大，主要受销售业务切换、产品销售价格变化以及产线搬迁导致生产人员重新分配等因素影响。
- 2019-2021年,公司GaAs衬底毛利率分别为-9.13%、8.65%及25.59%，呈逐年上升态势，主要受销售价格波动、销售结构占比变化以及产线搬迁等原因导致
- 2019-2021年，公司锗衬底毛利率分别为20.60%、18.44%和0.21%，呈逐年下降态势，主要受竞争对手涌入导致竞争情况加剧导致销售价格下降、产品结构变化、产线搬迁导致的生产人员重新分配、原材料价格上升以及产能利用率变化等因素影响
- 2019-2021年，公司PNB坩埚的毛利率分别为49.23%、54.73%和52.13%，整体较为稳定。

图47：2019-2021年公司主营业务毛利率变化情况

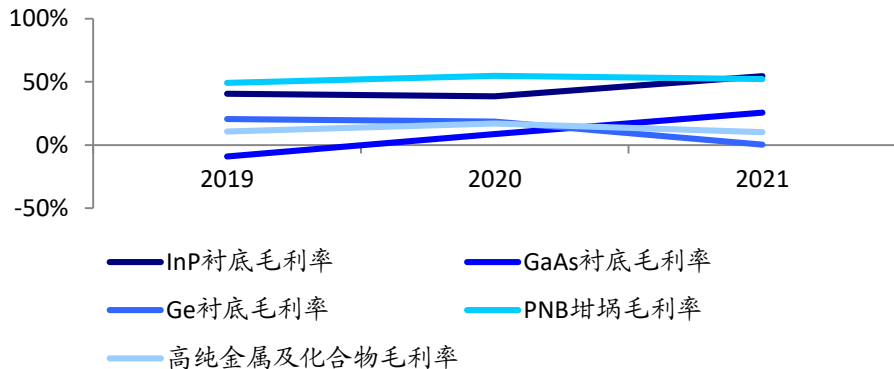
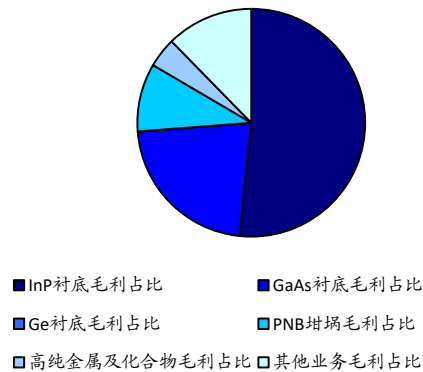


图48：2021年公司各业务毛利占比



资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.2 InP业务占比提升

- 公司业务结构优化，InP业务占比显著提升。公司主营业务收入中InP和GaAs业务占比最大。2019-2021年，GaAs业务收入稳定增长，InP业务在2021年迅速提升，同比增长121%，超过GaAs业务。2021年公司InP、GaAs业务收入分别占总营收的32.99%、10.48%。

图49：2019-2021年公司各业务收入情况（单位：万元）

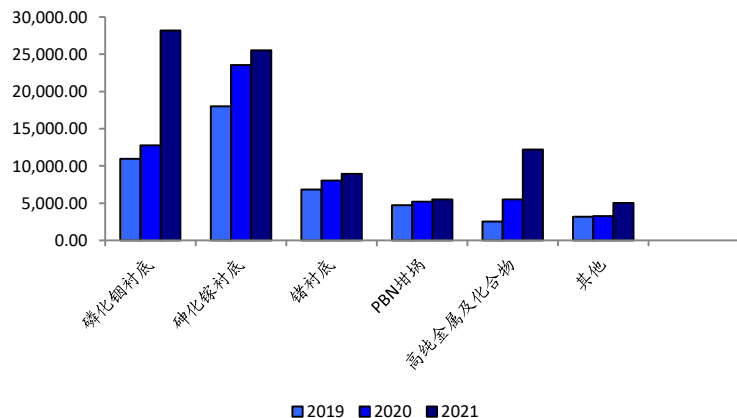
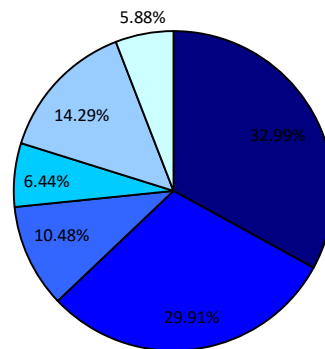


图50：2021年公司各业务收入占比情况



资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

■ 磷化铟衬底 ■ 砷化镓衬底 ■ 锗衬底 ■ PBN衬底 ■ 高纯金属及化合物 ■ 其他

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.3 深耕多年，建立技术壁垒

- 公司已建立起技术壁垒。经过多年的持续研发和生产实践，公司形成了深厚的技术积累和工艺积淀。公司已掌握了多项核心技术，形成了完整且自主可控的 III-V 族化合物半导体材料相关核心技术体系。截至 2022 年 6 月 30 日，公司共拥有发明专利 61 项。
- 公司注重产学研，荣获多个奖项。国内外知名企业及研究所及高校均定期向公司采购半导体材料产品用于教学及学术研究。公司积极配合该等科研院所研发行业前沿技术，推动科技成果的产业化，同时向科研院所提供在职训练岗位，促进学界和产业界的学术交流。

表2：公司掌握多个III-V 族化合物半导体材料相关核心技术

产品类型	核心技术
砷化镓	多晶合成
	半绝缘砷化镓单晶垂直梯度冷凝法生长与碳掺杂控制
	半导体砷化镓单晶垂直梯度冷凝法生长和均匀掺杂控制
单质锗	垂直梯度冷凝法生长和掺杂控制
磷化铟	高质量磷化铟单晶垂直梯度冷凝法生长和掺杂控制
	纵向温度梯度部分结晶
氮化硼	热解氮化硼化学气相沉积

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

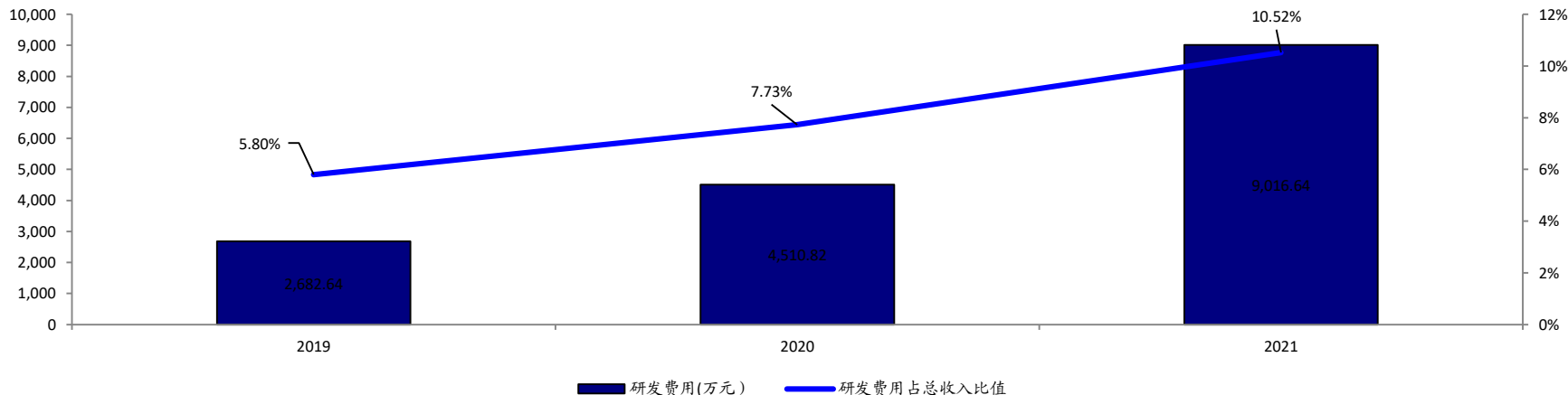
For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.3 深耕多年，建立技术壁垒

公司注重研发，扩大技术创新与技术储备优势：

- 1、公司注重技术研发，建立了创新机制和创新体系，鼓励研发团队开发适应市场需求的产品，促进研发、生产和市场的结合。
- 2、加大研发投入力度，保证创新机制运行。近三年，公司研发投入分别为 2,682.64 万元、4,510.82 万元和 9,016.64 万元，同比增长分别为 68.2%、99.9%。
- 3、构建有效的激励机制，提升研发人员积极性。同时，公司建立北京辽燕、北京定美等多个员工持股平台，并对核心员工实施股权激励和期权激励，进一步提升了核心研发团队的稳定性和积极性。

图51：公司研发投入逐年提升



资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.3 深耕多年，建立技术壁垒

表3：公司现阶段多个研究项目同时开展

序号	项目类型	项目名称	研究内容和拟达到目标	与行业技术水平的比较	所处阶段及进展情况	投入人员
1	大尺寸晶体研发	6英寸磷化铟晶体工艺研究	(1) 性能指标：位错密度200/cm ² , 掺杂浓度1-4E+18/cm ² ; (2) 控制孪晶产生；调整生长管磷气压控制晶体生长速率；	国际先进	商业化小规模生产阶段	通美研发团队
2		8英寸砷化镓晶体工艺研究	(1) 性能指标：位错密度1000/cm ² , 掺杂浓度0.4-4E+18/cm ² ; (2) 设备工艺调试；调整封装管、单晶炉的应力控制；	国际先进	商业化小规模生产阶段	通美研发团队
3	晶片自动化技术研发	晶片自动单片清洗工艺开发	用机械手自动清洗完全代替手工清洗，达到或优于当前手工清洗后表面检验标准	国际先进	商业化阶段	通美研发团队
4		晶片全自动抛光工艺开发	晶片卡带装片后全自动无蜡抛光，干进湿出，避免上蜡污染和后续清洗处理	国际先进	商业化阶段	通美研发团队
5		晶片全自动化蜡工艺开发	通过全自动化蜡工艺处理去除蜡的残留，避免在晶片最终清洗时引入污染	国际先进	商业化阶段	通美研发团队
6		新型晶片包装工艺开发	实现包装自动化，包装密封性好，内部氧含量控制在合适范围	国际先进	商业化阶段	通美研发团队
7	PBN材料研发	蒸镀Al用冷颈PBN坩埚的研制	高效率生产OLED金属蒸镀坩埚	国际先进	商业化阶段	博宇研发团队
8		低织构CVD法热解氮化硼容器的研制	低成本高效率生产PBN材料制备方法	国际先进	商业化阶段	博宇研发团队
9	高纯材料研发	6N高纯铟的制备	高纯铟（6N纯度）生产技术，批量化生产	国际先进	商业化阶段	金美研发团队
10		高纯磷化铟多晶合成设备研发	探索出高压水平温度梯度法合成制备磷化铟多晶的工艺	国际先进	商业化小规模生产阶段	金美研发团队

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.4 积累了丰富的优质客户资源

- 公司已建立起市场壁垒。依托深厚的技术实力、优异的产品性能、成熟的国际化销售团队，以及在成本、管理、服务等方面的优势，公司产品获得了市场的广泛认可，积累了丰富的优质客户资源。公司主要客户为美国、欧洲、中国大陆及中国台湾地区上市公司。

表4：公司下游各领域所涉及知名客户情况

下游主要应用领域	客户名称
半导体衬底材料	
5G、数据中心、光纤通信	客户A、台湾联亚光电、台湾稳懋半导体、客户C、IQE、Broadcom、Qorvo、Skyworks
新一代显示（包括Mini LED及Micro LED）	Osram、Broadcom、台湾晶元光电、三安光电
人工智能、无人驾驶	客户A、台湾联亚光电、台湾稳懋半导体、台湾全新光电、客户C、Meta
可穿戴设备	Masimo、Alta Devices
航天	客户B、SolAero、Azur Space、南昌凯迅
工业激光	IPG、Trumpf、nLight Photonics、Excelitas、长光华芯
PBN坩埚	
晶体生长坩埚	Sumitomo、Freiberger、广东先导先进材料股份有限公司、云南临沧鑫圆锗业股份有限公司
OLED坩埚	京东方、天马微电子、华星光电、维信诺
高纯材料	
MO源	亚格盛、江西佳因

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

4.4 公司建立起多方优势，稳定行业地位

- 公司在同行中具有竞争优势。公司竞争对手主要为综合型企业集团，企业规模大于发行人，拥有更强的资金实力和抗风险能力。公司作为专业的半导体衬底企业，在半导体衬底材料方面产品种类更为全面，不同产品在销售方面存在较强的协同作用，业务更加聚焦，在快速响应和个性化服务方面具有一定的优势。在技术水平上，公司和主要竞争对手在衬底产品尺寸方面技术水平类似，同处于行业全球第一梯队水平。

表5：公司与主要竞争对手经营情况

名称	主营业务	业务范围	业务规模
Sumitomo	广泛从事信息通信、汽车制造、电子仪器设备、能源环境和产业设备与材料行业的生产经营	综合型企业，业务涵盖砷化镓衬底和磷化铟衬底	2020年营业收入为29,186亿日元，净利润为563亿日元
Freiberger	生产半绝缘和半导体砷化镓衬底产品	专业衬底厂商，主要提供砷化镓衬底	2019年营业收入为6,600万欧元，净利润为400万欧元。
日本JX	主要涉及有色金属资源的开发与开采、薄膜材料（靶材、表面处理剂、化合物半导体材料等）的制造与销售、精密加工品的制造与销售等	综合型企业，业务涵盖磷化铟衬底	2019年营业收入为10,044亿日元，净利润为166亿日元
Dowa Holdings Co., Ltd.	主要从事环保与循环利用事业、冶炼事业、电子材料事业、金属加工事业以及热处理事业	综合型企业，业务涵盖砷化镓衬底产品	2021年营业收入为5,880亿日元，净利润为252亿日元
Umicore	业务侧重于材料科学、化学、冶金方面的应用领域。其拥有催化、能源与表面处理技术及回收等三大业务集团	材料领域企业，业务涵盖锗衬底产品	2020年营业收入为207亿欧元，净利润为1亿欧元
北京通美	主要提供III-V族化合物半导体衬底材料及锗衬底材料	专业半导体衬底企业，提供磷化铟衬底、砷化镓衬底、锗衬底	2020年营业收入为5.83亿元，净利润为0.60亿元

资料来源：北京通美招股说明书（注册稿），HTI

For full disclosure of risks, valuation methodologies and target price formation on all HTI rated stocks, please refer to the latest full report on our website at equities.htisec.com

我国化合物半导体产品逐步从小批量研发、向规模化、商业化生产发展。InP单晶方面，我国公司已经实现2-4英寸衬底批量产业化，北京通美已经具备小规模6英寸InP基底的生产条件。GaAs单晶方面，已经拥有 2-6 英寸GaAs晶体和衬底产品。

InP半导体产品受到5G、可穿戴、智能驾驶等下游需求推动，市场有望迅速增长。InP衬底因高光电转换效率、高传输效率等特性适用于5G通讯的光模块器件。而随着健康检测、智能驾驶渗透率提升，InP的渗透率有望进一步提升。

GaAs半导体市场多方位稳定增长。GaAs在LED领域市场占比较大，Mini/Micro LED技术的发展将极大促进未来GaAs半导体LED市场的增长。在射频和激光领域，受5G推动，GaAs半导体市场也将稳步增长。

建议关注相关产业链标的：北京通美（A22021）、三安光电（600703）

- 半导体周期持续下行，贸易摩擦拉长周期下行的时间；
- 产品迭代速度较慢，国内竞争者迅速成长；
- 制造过程中核心设备和原材料遭到禁运，对生产造成不利影响。

Summary

The compound semiconductor industry is dominated by foreign manufacturers, and the domestic layout is accelerated

Indium phosphide: 5G, Wearable, in-vehicle troika driving market growth

Gallium arsenide: multidirectional synchronous steady growth

Beijing Tongmei: Strong player in compound semiconductor substrate industry

重要信息披露

本研究报告由海通国际分销，海通国际是由海通国际研究有限公司 (HTIRL)，Haitong Securities India Private Limited (HSIPL)，Haitong International Japan K.K. (HTIJKK) 和海通国际证券有限公司 (HTISCL) 的证券研究团队所组成的全球品牌，海通国际证券集团 (HTISG) 各成员分别在其许可的司法管辖区内从事证券活动。

IMPORTANT DISCLOSURES

This research report is distributed by Haitong International, a global brand name for the equity research teams of Haitong International Research Limited (“HTIRL”), Haitong Securities India Private Limited (“HSIPL”), Haitong International Japan K.K. (“HTIJKK”), Haitong International Securities Company Limited (“HTISCL”), and any other members within the Haitong International Securities Group of Companies (“HTISG”), each authorized to engage in securities activities in its respective jurisdiction.

HTIRL 分析师认证 Analyst Certification:

我，郑宏达，在此保证 (i) 本研究报告中的意见准确反映了我们对本研究中提及的任何或所有目标公司或上市公司的个人观点，并且 (ii) 我的报酬中没有任何部分与本研究报告中表达的具体建议或观点直接或间接相关；及就此报告中所讨论目标公司的证券，我们（包括我们的家属）在其中均不持有任何财务利益。I, Hongda Zheng, certify that (i) the views expressed in this research report accurately reflect my personal views about any or all of the subject companies or issuers referred to in this research and (ii) no part of my compensation was, is or will be directly or indirectly related to the specific recommendations or views expressed in this research report; and that I (including members of my household) have no financial interest in the security or securities of the subject companies discussed.

我，薛逸民，在此保证 (i) 本研究报告中的意见准确反映了我们对本研究中提及的任何或所有目标公司或上市公司的个人观点，并且 (ii) 我的报酬中没有任何部分与本研究报告中表达的具体建议或观点直接或间接相关；及就此报告中所讨论目标公司的证券，我们（包括我们的家属）在其中均不持有任何财务利益。I, Yimin Yue, certify that (i) the views expressed in this research report accurately reflect my personal views about any or all of the subject companies or issuers referred to in this research and (ii) no part of my compensation was, is or will be directly or indirectly related to the specific recommendations or views expressed in this research report; and that I (including members of my household) have no financial interest in the security or securities of the subject companies discussed.

利益冲突披露 Conflict of Interest Disclosures

海通国际及其某些关联公司可从事投资银行业务和/或对本研究中的特定股票或公司进行做市或持有自营头寸。就本研究报告而言，以下是有关该等关系的披露事项（以下披露不能保证及时无遗漏，如需了解及时全面信息，[请发邮件至ERD-Disclosure@htisec.com](mailto:ERD-Disclosure@htisec.com)）

HTI and some of its affiliates may engage in investment banking and / or serve as a market maker or hold proprietary trading positions of certain stocks or companies in this research report. As far as this research report is concerned, the following are the disclosure matters related to such relationship (As the following disclosure does not ensure timeliness and completeness, please send an email to ERD-Disclosure@htisec.com if timely and comprehensive information is needed).

海通证券股份有限公司和/或其子公司（统称“海通”）在过去12个月内参与了BABA.US的投资银行项目。投资银行项目包括：1、海通担任上市前辅导机构、保荐人或主承销商的首次公开发行项目；2、海通作为保荐人、主承销商或财务顾问的股权或债务再融资项目；3、海通作为主经纪商的新三板上市、目标配售和并购项目。

Haitong Securities Co., Ltd. and/or its subsidiaries (collectively, the "Haitong") have a role in investment banking projects of BABA.US within the past 12 months. The investment banking projects include 1. IPO projects in which Haitong acted as pre-listing tutor, sponsor, or lead-underwriter; 2. equity or debt refinancing projects of BABA.US for which Haitong acted as sponsor, lead-underwriter or financial advisor; 3. listing by introduction in the new three board, target placement, M&A projects in which Haitong acted as lead-brokerage firm.

作为回报，海通拥有000063.CH一类普通股证券的1%或以上。

The Haitong beneficially owns 1% or more of a class of common equity securities of 000063.CH.

688981.CH目前或过去12个月内是海通的投资银行业务客户。

688981.CH is/was an investment bank clients of Haitong currently or within the past 12 months.

阿里巴巴（北京）软件服务有限公司, 阿里巴巴（成都）软件技术有限公司, 阿里巴巴（中国）网络技术有限公司, 杭州阿里巴巴创业投资管理有限公司, 杭州阿里巴巴泽泰信息技术有限公司 及 688981.CH 目前或过去12个月内是海通的客户。海通向客户提供非投资银行业务的证券相关业务服务。

阿里巴巴（北京）软件服务有限公司, 阿里巴巴（成都）软件技术有限公司, 阿里巴巴（中国）网络技术有限公司, 杭州阿里巴巴创业投资管理有限公司, 杭州阿里巴巴泽泰信息技术有限公司 and 688981.CH are/were a client of Haitong currently or within the past 12 months. The client has been provided for non-investment-banking securities-related services.

海通在过去12个月中获得对688981.CH提供投资银行服务的报酬。

Haitong received in the past 12 months compensation for investment banking services provided to 688981.CH.

海通预计将（或者有意向）在未来三个月内从688981.CH获得投资银行服务报酬。

Haitong expects to receive, or intends to seek, compensation for investment banking services in the next three months from 688981.CH.

海通在过去的12个月中从阿里巴巴（北京）软件服务有限公司, 阿里巴巴（成都）软件技术有限公司, 阿里巴巴（中国）网络技术有限公司, 杭州阿里巴巴创业投资管理有限公司, 杭州阿里巴巴泽泰信息技术有限公司 及 688981.CH 获得除投资银行服务以外之产品或服务的报酬。

Haitong has received compensation in the past 12 months for products or services other than investment banking from 阿里巴巴（北京）软件服务有限公司, 阿里巴巴（成都）软件技术有限公司, 阿里巴巴（中国）网络技术有限公司, 杭州阿里巴巴创业投资管理有限公司, 杭州阿里巴巴泽泰信息技术有限公司 and 688981.CH.

海通担任000063.CH, 601728.CH 及 688981.CH 有关证券的做市商或流通量提供者。

Haitong acts as a market maker or liquidity provider in the securities of 000063.CH, 601728.CH and 688981.CH.

评级定义（从2020年7月1日开始执行）：

海通国际（以下简称“HTI”）采用相对评级系统来为投资者推荐我们覆盖的公司：优于大市、中性或弱于大市。投资者应仔细阅读HTI的评级定义。并且HTI发布分析师观点的完整信息，投资者应仔细阅读全文而非仅看评级。在任何情况下，分析师的评级和研究都不能作为投资建议。投资者的买卖股票的决策应基于各自情况（比如投资者的现有持仓）以及其他因素。

分析师股票评级

优于大市，未来12-18个月内预期相对基准指数涨幅在10%以上，基准定义如下

中性，未来12-18个月内预期相对基准指数变化不大，基准定义如下。根据FINRA/NYSE的评级分布规则，我们会将中性评级划入持有这一类别。

弱于大市，未来12-18个月内预期相对基准指数跌幅在10%以上，基准定义如下

各地股票基准指数：日本 – TOPIX, 韩国 – KOSPI, 台湾 – TAIEX, 印度 – Nifty100, 美国 – SP500; 其他所有中国概念股 – MSCI China.

Ratings Definitions (from 1 Jul 2020):

Haitong International uses a relative rating system using Outperform, Neutral, or Underperform for recommending the stocks we cover to investors. Investors should carefully read the definitions of all ratings used in Haitong International Research. In addition, since Haitong International Research contains more complete information concerning the analyst's views, investors should carefully read Haitong International Research, in its entirety, and not infer the contents from the rating alone. In any case, ratings (or research) should not be used or relied upon as investment advice. An investor's decision to buy or sell a stock should depend on individual circumstances (such as the investor's existing holdings) and other considerations.

Analyst Stock Ratings

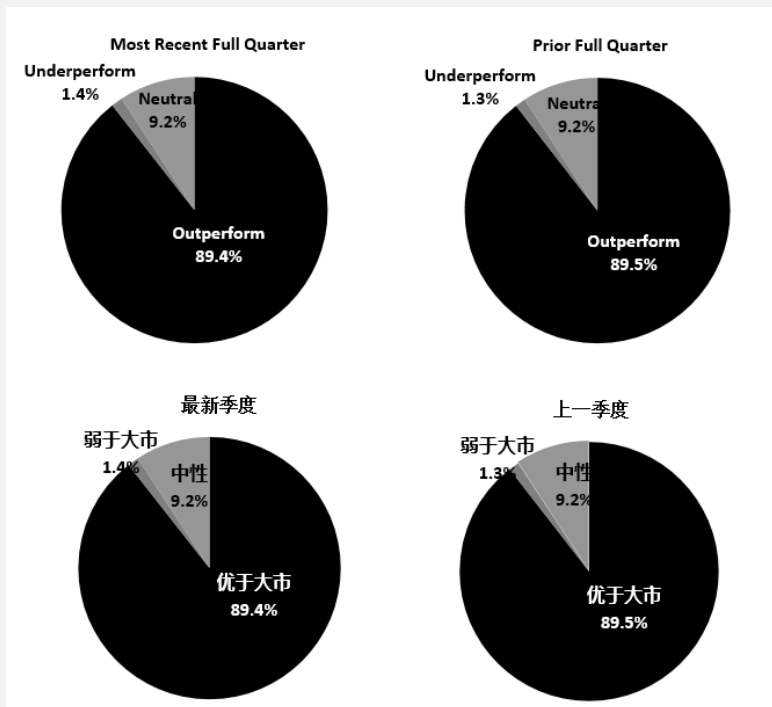
Outperform: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to exceed the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

Neutral: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be in line with the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below. For purposes only of FINRA/NYSE ratings distribution rules, our Neutral rating falls into a hold rating category.

Underperform: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be below the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

Benchmarks for each stock's listed region are as follows: Japan – TOPIX, Korea – KOSPI, Taiwan – TAIEX, India – Nifty100, US – SP500; for all other China-concept stocks – MSCI China.

评级分布Rating Distribution



截至2022年9月30日海通国际股票研究评级分布

	优于大市	中性 (持有)	弱于大市
海通国际股票研究覆盖率	89.4%	9.2%	1.4%
投资银行客户*	5.5%	6.8%	4.5%

*在每个评级类别里投资银行客户所占的百分比。

上述分布中的买入，中性和卖出分别对应我们当前优于大市，中性和落后大市评级。

只有根据FINRA/NYSE的评级分布规则，我们才将中性评级划入持有这一类别。请注意在上表中不包含非评级的股票。

此前的评级系统定义（直至2020年6月30日）：

买入，未来12-18个月内预期相对基准指数涨幅在10%以上，基准定义如下

中性，未来12-18个月内预期相对基准指数变化不大，基准定义如下。根据FINRA/NYSE的评级分布规则，我们会将中性评级划入持有这一类别。

卖出，未来12-18个月内预期相对基准指数跌幅在10%以上，基准定义如下

各地股票基准指数： 日本 – TOPIX, 韩国 – KOSPI, 台湾 – TAIEX, 印度 – Nifty100; 其他所有中国概念股 – MSCI China.

Haitong International Equity Research Ratings Distribution, as of Sep 30, 2022

	Outperform	Neutral (hold)	Underperform
HTI Equity Research Coverage	89.4%	9.2%	1.4%
IB clients*	5.5%	6.8%	4.5%

*Percentage of investment banking clients in each rating category.

BUY, Neutral, and SELL in the above distribution correspond to our current ratings of Outperform, Neutral, and Underperform.

For purposes only of FINRA/NYSE ratings distribution rules, our Neutral rating falls into a hold rating category. Please note that stocks with an NR designation are not included in the table above.

Previous rating system definitions (until 30 Jun 2020):

BUY: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to exceed the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

NEUTRAL: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be in line with the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

For purposes only of FINRA/NYSE ratings distribution rules, our Neutral rating falls into a hold rating category.

SELL: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be below the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

Benchmarks for each stock's listed region are as follows: Japan – TOPIX, Korea – KOSPI, Taiwan – TAIEX, India – Nifty100; for all other China-concept stocks – MSCI China.

海通国际非评级研究：海通国际发布计量、筛选或短篇报告，并在报告中根据估值和其他指标对股票进行排名，或者基于可能的估值倍数提出建议价格。这种排名或建议价格并非为了进行股票评级、提出目标价格或进行基本面估值，而仅供参考使用。

Haitong International Non-Rated Research: Haitong International publishes quantitative, screening or short reports which may rank stocks according to valuation and other metrics or may suggest prices based on possible valuation multiples. Such rankings or suggested prices do not purport to be stock ratings or target prices or fundamental values and are for information only.

海通国际A股覆盖：海通国际可能会就沪港通及深港通的中国A股进行覆盖及评级。海通证券（600837.CH），海通国际于上海的母公司，也会于中国发布中国A股的研究报告。但是，海通国际使用与海通证券不同的评级系统，所以海通国际与海通证券的中国A股评级可能有所不同。

Haitong International Coverage of A-Shares: Haitong International may cover and rate A-Shares that are subject to the Hong Kong Stock Connect scheme with Shanghai and Shenzhen. Haitong Securities (HS; 600837 CH), the ultimate parent company of HTISG based in Shanghai, covers and publishes research on these same A-Shares for distribution in mainland China. However, the rating system employed by HS differs from that used by HTI and as a result there may be a difference in the HTI and HS ratings for the same A-share stocks.

海通国际优质100 A股（Q100）指数：海通国际Q100指数是一个包括100支由海通证券覆盖的优质中国A股的计量产品。这些股票是通过基于质量的筛选过程，并结合对海通证券A股团队自下而上的研究。海通国际每季对Q100指数成分作出复审。

Haitong International Quality 100 A-share (Q100) Index: HTI's Q100 Index is a quant product that consists of 100 of the highest-quality A-shares under coverage at HS in Shanghai. These stocks are carefully selected through a quality-based screening process in combination with a review of the HS A-share team's bottom-up research. The Q100 constituent companies are reviewed quarterly.

MSCI ESG评级免责声明条款：尽管海通国际的信息供货商（包括但不限于MSCI ESG Research LLC及其联属公司（「ESG方」）从其认为可靠的来源获取信息（「信息」），ESG方均不担保或保证此处任何数据的原创性，准确性和/或完整性，并明确表示不作出任何明示或默示的担保，包括可商售性和针对特定目的的适用性。该信息只能供阁下内部使用，不得以任何形式复制或重新传播，并不得用作任何金融工具、产品或指数的基础或组成部分。此外，信息本质上不能用于判断购买或出售何种证券，或何时购买或出售该证券。即使已被告知可能造成的损害，ESG方均不承担与此处任何资料有关的任何错误或遗漏所引起的任何责任，也不对任何直接、间接、特殊、惩罚性、附带性或任何其他损害赔偿（包括利润损失）承担任何责任。

MSCI ESG Disclaimer: Although Haitong International's information providers, including without limitation, MSCI ESG Research LLC and its affiliates (the "ESG Parties"), obtain information (the "Information") from sources they consider reliable, none of the ESG Parties warrants or guarantees the originality, accuracy and/or completeness, of any data herein and expressly disclaim all express or implied warranties, including those of merchantability and fitness for a particular purpose. The Information may only be used for your internal use, may not be reproduced or disseminated in any form and may not be used as a basis for, or a component of, any financial instruments or products or indices. Further, none of the Information can in and of itself be used to determine which securities to buy or sell or when to buy or sell them. None of the ESG Parties shall have any liability for any errors or omissions in connection with any data herein, or any liability for any direct, indirect, special, punitive, consequential or any other damages (including lost profits) even if notified of the possibility of such damages.

盟浪义利（FIN-ESG）数据通免责声明条款：在使用盟浪义利（FIN-ESG）数据之前，请务必仔细阅读本条款并同意本声明：

第一条 义利（FIN-ESG）数据系由盟浪可持续数字科技有限责任公司（以下简称“本公司”）基于合法取得的公开信息评估而成，本公司对信息的准确性及完整性不作任何保证。对公司的评估结果仅供参考，并不构成对任何个人或机构投资建议，也不能作为任何个人或机构购买、出售或持有相关金融产品的依据。本公司不对任何个人或机构投资者因使用本数据表述的评估结果造成的任何直接或间接损失负责。

第二条 盟浪并不因收到此评估数据而将收件人视为客户，收件人使用此数据时应根据自身实际情况作出自我独立判断。本数据所载内容反映的是盟浪在最初发布本数据日期当日的判断，盟浪有权在不发出通知的情况下更新、修订与发出其他与本数据所载内容不一致或有不同结论的数据。除非另行说明，本数据（如财务业绩数据等）仅代表过往表现，过往的业绩表现不作为日后回报的预测。

第三条 本数据版权归本公司所有，本公司依法保留各项权利。未经本公司事先书面许可授权，任何个人或机构不得将本数据中的评估结果用于任何营利性目的，不得对本数据进行修改、复制、编译、汇编、再次编辑、改编、删减、缩写、节选、发行、出租、展览、表演、放映、广播、信息网络传播、摄制、增加图标及说明等，否则因此给盟浪或其他第三方造成损失的，由用户承担相应的赔偿责任，盟浪不承担责任。

第四条 如本免责声明未约定，而盟浪网站平台载明的其他协议内容（如《盟浪网站用户注册协议》《盟浪网用户服务（含认证）协议》《盟浪网隐私政策》等）有约定的，则按其他协议的约定执行；若本免责声明与其他协议约定存在冲突或不一致的，则以本免责声明约定为准。

SusallWave FIN-ESG Data Service Disclaimer: Please read these terms and conditions below carefully and confirm your agreement and acceptance with these terms before using SusallWave FIN-ESG Data Service.

1. FIN-ESG Data is produced by SusallWave Digital Technology Co., Ltd. (In short, SusallWave)'s assessment based on legal publicly accessible information. SusallWave shall not be responsible for any accuracy and completeness of the information. The assessment result is for reference only. It is not for any investment advice for any individual or institution and not for basis of purchasing, selling or holding any relative financial products. We will not be liable for any direct or indirect loss of any individual or institution as a result of using SusallWave FIN-ESG Data.

2. SusallWave do not consider recipients as customers for receiving these data. When using the data, recipients shall make your own independent judgment according to your practical individual status. The contents of the data reflect the judgment of us only on the release day. We have right to update and amend the data and release other data that contains inconsistent contents or different conclusions without notification. Unless expressly stated, the data (e.g., financial performance data) represents past performance only and the past performance cannot be viewed as the prediction of future return.

3. The copyright of this data belongs to SusallWave, and we reserve all rights in accordance with the law. Without the prior written permission of our company, none of individual or institution can use these data for any profitable purpose. Besides, none of individual or institution can take actions such as amendment, replication, translation, compilation, re-editing, adaption, deletion, abbreviation, excerpts, issuance, rent, exhibition, performance, projection, broadcast, information network transmission, shooting, adding icons and instructions. If any loss of SusallWave or any third-party is caused by those actions, users shall bear the corresponding compensation liability. SusallWave shall not be responsible for any loss.

4. If any term is not contained in this disclaimer but written in other agreements on our website (e.g. User Registration Protocol of SusallWave Website, User Service (including authentication) Agreement of SusallWave Website, Privacy Policy of Susallwave Website), it should be executed according to other agreements. If there is any difference between this disclaimer and other agreements, this disclaimer shall be applied.

重要免责声明:

非印度证券的研究报告: 本报告由海通国际证券集团有限公司 (“HTISGL”) 的全资附属公司海通国际研究有限公司 (“HTIRL”) 发行, 该公司是根据香港证券及期货条例 (第571章) 持有第4类受规管活动 (就证券提供意见) 的持牌法团。该研究报告在HTISGL的全资附属公司Haitong International (Japan) K.K. (“HTIJKK”) 的协助下发行, HTIJKK是由日本关东财务局监管为投资顾问。

印度证券的研究报告: 本报告由从事证券交易、投资银行及证券分析及受Securities and Exchange Board of India (“SEBI”) 监管的Haitong Securities India Private Limited (“HTSIPL”) 所发行, 包括制作及发布涵盖BSE Limited (“BSE”) 和National Stock Exchange of India Limited (“NSE”) 上市公司 (统称为「印度交易所」) 的研究报告。HTSIPL于2016年12月22日被收购并成为海通国际证券集团有限公司 (“HTISG”) 的一部分。

所有研究报告均以海通国际为名作为全球品牌, 经许可由海通国际证券股份有限公司及/或海通国际证券集团的其他成员在其司法管辖区发布。

本文件所载信息和观点已被编译或源自可靠来源, 但HTIRL、HTISCL或任何其他属于海通国际证券集团有限公司 (“HTISG”) 的成员对其准确性、完整性和正确性不做任何明示或暗示的声明或保证。本文件中所有观点均截至本报告日期, 如有更改, 恕不另行通知。本文件仅供参考使用。文件中提及的任何公司或其股票的说明并非意图展示完整的内容, 本文件并非/不应被解释为对证券买卖的明示或暗示地出价或征价。在某些司法管辖区, 本文件中提及的证券可能无法进行买卖。如果投资产品以投资者本国货币以外的币种进行计价, 则汇率变化可能会对投资产生不利影响。过去的表现并不一定代表将来的结果。某些特定交易, 包括设计金融衍生工具的, 有产生重大风险的可能性, 因此并不适合所有的投资者。您还应认识到本文件中的建议并非为您量身定制。分析师并未考虑到您自身的财务情况, 如您的财务状况和风险偏好。因此您必须自行分析并在适用的情况下咨询自己的法律、税收、会计、金融和其他方面的专业顾问, 以期在投资之前评估该项建议是否适合于您。若由于使用本文件所载的材料而产生任何直接或间接的损失, HTISG及其董事、雇员或代理人对此均不承担任何责任。

除对本文内容承担责任的分析师除外, HTISG及我们的关联公司、高级管理人员、董事和雇员, 均可不时作为主事人就本文件所述的任何证券或衍生品持有长仓或短仓以及进行买卖。HTISG的销售员、交易员和其他专业人士均可向HTISG的相关客户和公司提供与本文件所述意见相反的口头或书面市场评论意见或交易策略。HTISG可做出与本文件所述建议或意见不一致的投资决策。但HTIRL没有义务来确保本文件的收件人了解到该等交易决定、思路或建议。请访问海通国际网站 www.equities.htisec.com, 查阅更多有关海通国际为预防和避免利益冲突设立的组织和行政安排的内容信息。

非美国分析师披露信息: 本项研究首页上列明的海通国际分析师并未在FINRA进行注册或者取得相应的资格, 并且不受美国FINRA有关与本项研究目标公司进行沟通、公开露面和自营证券交易的第2241条规则之限制。

IMPORTANT DISCLAIMER

For research reports on non-Indian securities: The research report is issued by Haitong International Research Limited (“HTIRL”), a wholly owned subsidiary of Haitong International Securities Group Limited (“HTISGL”) and a licensed corporation to carry on Type 4 regulated activity (advising on securities) for the purpose of the Securities and Futures Ordinance (Cap. 571) of Hong Kong, with the assistance of Haitong International (Japan) K.K. (“HTIJKK”), a wholly owned subsidiary of HTISGL and which is regulated as an Investment Adviser by the Kanto Finance Bureau of Japan.

For research reports on Indian securities: The research report is issued by Haitong Securities India Private Limited (“HSIPL”), an Indian company and a Securities and Exchange Board of India (“SEBI”) registered Stock Broker, Merchant Banker and Research Analyst that, inter alia, produces and distributes research reports covering listed entities on the BSE Limited (“BSE”) and the National Stock Exchange of India Limited (“NSE”) (collectively referred to as “Indian Exchanges”). HSIPL was acquired and became part of the Haitong International Securities Group of Companies (“HTISG”) on 22 December 2016.

All the research reports are globally branded under the name Haitong International and approved for distribution by Haitong International Securities Company Limited (“HTISCL”) and/or any other members within HTISG in their respective jurisdictions.

The information and opinions contained in this research report have been compiled or arrived at from sources believed to be reliable and in good faith but no representation or warranty, express or implied, is made by HTIRL, HTISCL, HSIPL, HTIJKK or any other members within HTISG from which this research report may be received, as to their accuracy, completeness or correctness. All opinions expressed herein are as of the date of this research report and are subject to change without notice. This research report is for information purpose only. Descriptions of any companies or their securities mentioned herein are not intended to be complete and this research report is not, and should not be construed expressly or impliedly as, an offer to buy or sell securities. The securities referred to in this research report may not be eligible for purchase or sale in some jurisdictions. If an investment product is denominated in a currency other than an investor's home currency, a change in exchange rates may adversely affect the investment. Past performance is not necessarily indicative of future results. Certain transactions, including those involving derivatives, give rise to substantial risk and are not suitable for all investors. You should also bear in mind that recommendations in this research report are not tailor-made for you. The analyst has not taken into account your unique financial circumstances, such as your financial situation and risk appetite. You must, therefore, analyze and should, where applicable, consult your own legal, tax, accounting, financial and other professional advisers to evaluate whether the recommendations suits you before investment. Neither HTISG nor any of its directors, employees or agents accepts any liability whatsoever for any direct or consequential loss arising from any use of the materials contained in this research report.

HTISG and our affiliates, officers, directors, and employees, excluding the analysts responsible for the content of this document, will from time to time have long or short positions in, act as principal in, and buy or sell, the securities or derivatives, if any, referred to in this research report. Sales, traders, and other professionals of HTISG may provide oral or written market commentary or trading strategies to the relevant clients and the companies within HTISG that reflect opinions that are contrary to the opinions expressed in this research report. HTISG may make investment decisions that are inconsistent with the recommendations or views expressed in this research report. HTI is under no obligation to ensure that such other trading decisions, ideas or recommendations are brought to the attention of any recipient of this research report.

Please refer to HTI's website www.equities.htisec.com for further information on HTI's organizational and administrative arrangements set up for the prevention and avoidance of conflicts of interest with respect to Research.

Non U.S. Analyst Disclosure: The HTI analyst(s) listed on the cover of this Research is (are) not registered or qualified as a research analyst with FINRA and are not subject to U.S. FINRA Rule 2241 restrictions on communications with companies that are the subject of the Research; public appearances; and trading securities by a research analyst.

分发和地区通知:

除非下文另有规定, 否则任何希望讨论本报告或者就本项研究中讨论的任何证券进行任何交易的收件人均应联系其所在国家或地区的海通国际销售人员。

香港投资者的通知事项: 海通国际证券股份有限公司(“HTISCL”)负责分发该研究报告, HTISCL是在香港有权实施第1类受规管活动(从事证券交易)的持牌公司。该研究报告并不构成《证券及期货条例》(香港法例第571章)(以下简称“SFO”)所界定的要约邀请, 证券要约或公众要约。本研究报告仅提供给SFO所界定的“专业投资者”。本研究报告未经过证券及期货事务监察委员会的审查。您不应仅根据本研究报告中所载的信息做出投资决定。本研究报告的收件人就研究报告中产生或与之相关的任何事宜请联系HTISCL销售人员。

美国投资者的通知事项: 本研究报告由HTIRL, HSIPL或HTIJKK编写。 HTIRL, HSIPL, HTIJKK以及任何非HTISG美国联营公司, 均未在美国注册, 因此不受美国关于研究报告编制和研究分析人员独立性规定的约束。本研究报告提供给依照1934年“美国证券交易法”第15a-6条规定的豁免注册的「美国主要机构投资者」(“Major U.S. Institutional Investor”)和「机构投资者」(“U.S. Institutional Investors”)。在向美国机构投资者分发研究报告时, Haitong International Securities (USA) Inc. (“HTI USA”) 将对报告的内容负责。任何收到本研究报告的美国投资者, 希望根据本研究报告提供的信息进行任何证券或相关金融工具买卖的交易, 只能通过HTI USA。HTI USA位于340 Madison Avenue, 12th Floor, New York, NY 10173, 电话(212) 351-6050。HTI USA是在美国于U.S. Securities and Exchange Commission (“SEC”)注册的经纪商, 也是Financial Industry Regulatory Authority, Inc. (“FINRA”)的成员。HTIUSA不负责编写本研究报告, 也不负责其中包含的分析。在任何情况下, 收到本研究报告的任何美国投资者, 不得直接与分析师直接联系, 也不得通过HSIPL, HTIRL或HTIJKK直接进行买卖证券或相关金融工具的交易。本研究报告中出现的HSIPL, HTIRL或HTIJKK分析师没有注册或具备FINRA的研究分析师资格, 因此可能不受FINRA第2241条规定的与目标公司的交流, 公开露面和分析师账户持有的交易证券等限制。投资本研究报告中讨论的任何非美国证券或相关金融工具(包括ADR)可能存在一定风险。非美国发行的证券可能没有注册, 或不受美国法规的约束。有关非美国证券或相关金融工具的信息可能有限制。外国公司可能不受审计和汇报的标准以及与美国境内生效相符的监管要求。本研究报告中以美元以外的其他货币计价的任何证券或相关金融工具的投资或收益的价值受汇率波动的影响, 可能对该等证券或相关金融工具的价值或收入产生正面或负面影响。美国收件人的所有问询请联系:

Haitong International Securities (USA) Inc.
340 Madison Avenue, 12th Floor
New York, NY 10173
联系人电话: (212) 351 6050

DISTRIBUTION AND REGIONAL NOTICES

Except as otherwise indicated below, any Recipient wishing to discuss this research report or effect any transaction in any security discussed in HTI's research should contact the Haitong International salesperson in their own country or region.

Notice to Hong Kong investors: The research report is distributed by Haitong International Securities Company Limited ("HTISCL"), which is a licensed corporation to carry on Type 1 regulated activity (dealing in securities) in Hong Kong. This research report does not constitute a solicitation or an offer of securities or an invitation to the public within the meaning of the SFO. This research report is only to be circulated to "Professional Investors" as defined in the SFO. This research report has not been reviewed by the Securities and Futures Commission. You should not make investment decisions solely on the basis of the information contained in this research report. Recipients of this research report are to contact HTISCL salespersons in respect of any matters arising from, or in connection with, the research report.

Notice to U.S. investors: As described above, this research report was prepared by HTIRL, HSIPL or HTIJKK. Neither HTIRL, HSIPL, HTIJKK, nor any of the non U.S. HTISG affiliates is registered in the United States and, therefore, is not subject to U.S. rules regarding the preparation of research reports and the independence of research analysts. This research report is provided for distribution to "major U.S. institutional investors" and "U.S. institutional investors" in reliance on the exemption from registration provided by Rule 15a-6 of the U.S. Securities Exchange Act of 1934, as amended. When distributing research reports to "U.S. institutional investors," HTI USA will accept the responsibilities for the content of the reports. Any U.S. recipient of this research report wishing to effect any transaction to buy or sell securities or related financial instruments based on the information provided in this research report should do so only through Haitong International Securities (USA) Inc. ("HTI USA"), located at 340 Madison Avenue, 12th Floor, New York, NY 10173, USA; telephone (212) 351 6050. HTI USA is a broker-dealer registered in the U.S. with the U.S. Securities and Exchange Commission (the "SEC") and a member of the Financial Industry Regulatory Authority, Inc. ("FINRA"). HTI USA is not responsible for the preparation of this research report nor for the analysis contained therein. Under no circumstances should any U.S. recipient of this research report contact the analyst directly or effect any transaction to buy or sell securities or related financial instruments directly through HSIPL, HTIRL or HTIJKK. The HSIPL, HTIRL or HTIJKK analyst(s) whose name appears in this research report is not registered or qualified as a research analyst with FINRA and, therefore, may not be subject to FINRA Rule 2241 restrictions on communications with a subject company, public appearances and trading securities held by a research analyst account. Investing in any non-U.S. securities or related financial instruments (including ADRs) discussed in this research report may present certain risks. The securities of non-U.S. issuers may not be registered with, or be subject to U.S. regulations. Information on such non-U.S. securities or related financial instruments may be limited. Foreign companies may not be subject to audit and reporting standards and regulatory requirements comparable to those in effect within the U.S. The value of any investment or income from any securities or related financial instruments discussed in this research report denominated in a currency other than U.S. dollars is subject to exchange rate fluctuations that may have a positive or adverse effect on the value of or income from such securities or related financial instruments. All inquiries by U.S. recipients should be directed to:

Haitong International Securities (USA) Inc.
340 Madison Avenue, 12th Floor
New York, NY 10173
Attn: Sales Desk at (212) 351 6050

中华人民共和国的通知事项：在中华人民共和国（下称“中国”，就本报告目的而言，不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾）只有根据适用的中国法律法规而收到该材料的人员方可使用该材料。并且根据相关法律法规，该材料中的信息并不构成“在中国从事生产、经营活动”。本文件在中国并不构成相关证券的公共发售或认购。无论根据法律规定或其他任何规定，在取得中国政府所有的批准或许可之前，任何法人或自然人均不得直接或间接地购买本材料中的任何证券或任何实益权益。接收本文件的人员须遵守上述限制性规定。

加拿大投资者的通知事项：在任何情况下该等材料均不得被解释为在任何加拿大的司法管辖区内出售证券的要约或认购证券的要约邀请。本材料中所述证券在加拿大的任何要约或出售行为均只能在豁免向有关加拿大证券监管机构提交招股说明书的前提下由Haitong International Securities (USA) Inc.（“HTI USA”）予以实施，该公司是一家根据National Instrument 31-103 Registration Requirements, Exemptions and Ongoing Registrant Obligations（“NI 31-103”）的规定得到「国际交易商豁免」（“International Dealer Exemption”）的交易商，位于艾伯塔省、不列颠哥伦比亚省、安大略省和魁北克省。在加拿大，该等材料在任何情况下均不得被解释为任何证券的招股说明书、发行备忘录、广告或公开发售。加拿大的任何证券委员会或类似的监管机构均未审查或以任何方式批准该等材料、其中所载的信息或所述证券的优点，任何与此相反的声明即属违法。在收到该等材料时，每个加拿大的收件人均将被视为属于National Instrument 45-106 Prospectus Exemptions第1.1节或者Securities Act (Ontario)第73.3(1)节所规定的「认可投资者」（“Accredited Investor”），或者在适用情况下National Instrument 31-103第1.1节所规定的「许可投资者」（“Permitted Investor”）。

新加坡投资者的通知事项：本研究报告由Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd（“HTISSPL”）[公司注册编号201311400G]于新加坡提供。HTISSPL是符合《财务顾问法》（第110章）（“FAA”）定义的豁免财务顾问，可（a）提供关于证券、集体投资计划的部分，交易所衍生品合约和场外衍生品合约的建议（b）发行或公布有关证券、交易所衍生品合约和场外衍生品合约的研究分析或研究报告。本研究报告仅提供给符合《证券及期货法》（第289章）第4A条项下规定的机构投资者。对于因本研究报告而产生的或与之相关的任何问题，本研究报告的收件人应通过以下信息与HTISSPL联系：

Haitong International Securities (Singapore) Pte. Ltd
50 Raffles Place, #33-03 Singapore Land Tower, Singapore 048623
电话: (65) 6536 1920

日本投资者的通知事项：本研究报告由海通国际证券有限公司所发布，旨在分发给从事投资管理的金融服务提供商或注册金融机构（根据日本金融机构和交易法（“FIEL”）第61（1）条，第17-11（1）条的执行及相关条款）。

英国及欧盟投资者的通知事项：本报告由从事投资顾问的Haitong International Securities Company Limited所发布，本报告只面向有投资相关经验的专业客户发布。任何投资或与本报告相关的投资行为只面对此类专业客户。没有投资经验或相关投资经验的客户不得依赖本报告。Haitong International Securities Company Limited的分支机构的净长期或短期金融权益可能超过本研究报告中提及的实体已发行股本总额的0.5%。特别提醒有些英文报告有可能此前已经通过中文或其它语言完成发布。

澳大利亚投资者的通知事项：Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd, Haitong International Securities Company Limited和Haitong International Securities (UK) Limited分别根据澳大利亚证券和投资委员会（以下简称“ASIC”）第03/1102、03/1103或03/1099号规章在澳大利亚分发本项研究，该等规章免除了根据2001年《公司法》在澳大利亚为批发客户提供金融服务时海通国际需持有澳大利亚金融服务许可的要求。ASIC的规章副本可在以下网站获取：www.legislation.gov.au。海通国际提供的金融服务受外国法律法规规定的管制，该等法律与在澳大利亚所适用的法律存在差异。

印度投资者的通知事项：本报告由从事证券交易、投资银行及证券分析及受Securities and Exchange Board of India（“SEBI”）监管的Haitong Securities India Private Limited（“HTSIPL”）所发布，包括制作及发布涵盖BSE Limited（“BSE”）和National Stock Exchange of India Limited（“NSE”）（统称为「印度交易所」）研究报告。

本项研究仅供收件人使用，未经海通国际的书面同意不得予以复制和再次分发。

版权所有：海通国际证券集团有限公司2019年。保留所有权利。

People's Republic of China (PRC): In the PRC, the research report is directed for the sole use of those who receive the research report in accordance with the applicable PRC laws and regulations. Further, the information on the research report does not constitute "production and business activities in the PRC" under relevant PRC laws. This research report does not constitute a public offer of the security, whether by sale or subscription, in the PRC. Further, no legal or natural persons of the PRC may directly or indirectly purchase any of the security or any beneficial interest therein without obtaining all prior PRC government approvals or licenses that are required, whether statutorily or otherwise. Persons who come into possession of this research are required to observe these restrictions.

Notice to Canadian Investors: Under no circumstances is this research report to be construed as an offer to sell securities or as a solicitation of an offer to buy securities in any jurisdiction of Canada. Any offer or sale of the securities described herein in Canada will be made only under an exemption from the requirements to file a prospectus with the relevant Canadian securities regulators and only by Haitong International Securities (USA) Inc., a dealer relying on the "international dealer exemption" under National Instrument 31-103 Registration Requirements, Exemptions and Ongoing Registrant Obligations ("NI 31-103") in Alberta, British Columbia, Ontario and Quebec. This research report is not, and under no circumstances should be construed as, a prospectus, an offering memorandum, an advertisement or a public offering of any securities in Canada. No securities commission or similar regulatory authority in Canada has reviewed or in any way passed upon this research report, the information contained herein or the merits of the securities described herein and any representation to the contrary is an offence. Upon receipt of this research report, each Canadian recipient will be deemed to have represented that the investor is an "accredited investor" as such term is defined in section 1.1 of National Instrument 45-106 Prospectus Exemptions or, in Ontario, in section 73.3(1) of the Securities Act (Ontario), as applicable, and a "permitted client" as such term is defined in section 1.1 of NI 31-103, respectively.

Notice to Singapore investors: This research report is provided in Singapore by or through Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd ("HTISSPL") [Co Reg No 201311400G. HTISSPL is an Exempt Financial Adviser under the Financial Advisers Act (Cap. 110) ("FAA") to (a) advise on securities, units in a collective investment scheme, exchange-traded derivatives contracts and over-the-counter derivatives contracts and (b) issue or promulgate research analyses or research reports on securities, exchange-traded derivatives contracts and over-the-counter derivatives contracts. This research report is only provided to institutional investors, within the meaning of Section 4A of the Securities and Futures Act (Cap. 289). Recipients of this research report are to contact HTISSPL via the details below in respect of any matters arising from, or in connection with, the research report:

Haitong International Securities (Singapore) Pte. Ltd.
10 Collyer Quay, #19-01 - #19-05 Ocean Financial Centre, Singapore 049315
Telephone: (65) 6536 1920

Notice to Japanese investors: This research report is distributed by Haitong International Securities Company Limited and intended to be distributed to Financial Services Providers or Registered Financial Institutions engaged in investment management (as defined in the Japan Financial Instruments and Exchange Act ("FIEL") Art. 61(1), Order for Enforcement of FIEL Art. 17-11(1), and related articles).

Notice to UK and European Union investors: This research report is distributed by Haitong International Securities Company Limited. This research is directed at persons having professional experience in matters relating to investments. Any investment or investment activity to which this research relates is available only to such persons or will be engaged in only with such persons. Persons who do not have professional experience in matters relating to investments should not rely on this research. Haitong International Securities Company Limited's affiliates may have a net long or short financial interest in excess of 0.5% of the total issued share capital of the entities mentioned in this research report. Please be aware that any report in English may have been published previously in Chinese or another language.

Notice to Australian investors: The research report is distributed in Australia by Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd, Haitong International Securities Company Limited, and Haitong International Securities (UK) Limited in reliance on ASIC Class Order 03/1102, 03/1103 or 03/1099, respectively, which exempts those HTISG entities from the requirement to hold an Australian financial services license under the Corporations Act 2001 in respect of the financial services it provides to wholesale clients in Australia. A copy of the ASIC Class Orders may be obtained at the following website, www.legislation.gov.au. Financial services provided by Haitong International Securities (Singapore) Pte Ltd, Haitong International Securities Company Limited, and Haitong International Securities (UK) Limited are regulated under foreign laws and regulatory requirements, which are different from the laws applying in Australia.

Notice to Indian investors: The research report is distributed by Haitong Securities India Private Limited ("HSIPL"), an Indian company and a Securities and Exchange Board of India ("SEBI") registered Stock Broker, Merchant Banker and Research Analyst that, inter alia, produces and distributes research reports covering listed entities on the BSE Limited ("BSE") and the National Stock Exchange of India Limited ("NSE") (collectively referred to as "Indian Exchanges").

This research report is intended for the recipients only and may not be reproduced or redistributed without the written consent of an authorized signatory of HTISG.

Copyright: Haitong International Securities Group Limited 2019. All rights reserved.

<http://equities.htisec.com/x/legal.html>