

中国电子 China Electronics

存储新纪元系列 1: 企业级 SSD 存储的国产化崛起

Storage New Era Series 1: The Rise of Localized Enterprise-class SSD Storage

观点聚焦 Investment Focus

股票名称	评级	股票名称	评级
立讯精密	Outperform	三环集团	Outperform
工业富联	Outperform	蓝思科技	Neutral
北方华创	Outperform	沪硅产业	Neutral
中兴通讯	Outperform	士兰微	Outperform
紫光国微	Outperform	格科微	Outperform
韦尔股份	Outperform	长电科技	Outperform
三安光电	Outperform	环旭电子	Outperform
澜起科技	Outperform	法拉电子	Outperform
华润微	Outperform	生益科技	Outperform
闻泰科技	Outperform	天岳先进	Outperform
兆易创新	Outperform	中微公司	Outperform
鹏鼎控股	Outperform	盛美上海	Outperform
卓胜微	Outperform	晶晨股份	Outperform
歌尔股份	Outperform	瑞芯微	Outperform
圣邦股份	Outperform	扬杰科技	Outperform
斯达半导	Outperform		

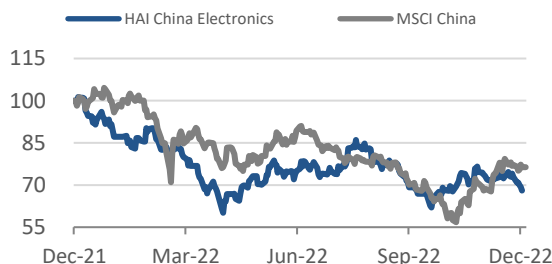
(Please see APPENDIX 1 for English summary)

全球流量持续爆发增长，进一步推动企业级 SSD 市场快速成长。根据 IDC 发布的数据，全球数据总量由 2018 年的 45ZB 将增长至 2025 年的 175ZB，年均复合增长率高达 25.40%；流量增长带动云计算基础设施持续投入，2026 全球数据中心资本支出有望达到 3500 亿美元，2021-2026 年复合增速为 10%。同时，国内数字经济政策推动下企业也加速数字化转型，带动国内需求增长。存储作为云计算基础设施产业链重要环节，2022-2025 年数据中心存储市场收入规模复合增速预计实现 5.89%，超过数据中心市场整体复合增速 5.01%。2025 年，全球 SSD 市场规模将达到 255.1 亿美元，其中国内企业级固态硬盘市场规模将增至 489 亿元，5 年间复合增速约 25%，其中 PCIe 固态硬盘市场份额比例将从 2020 年 59% 增至 90%。

国产替代迎来重要机遇，拥有自主芯片能力的强创新企业有望取得更大国产份额。近年来，中国大陆厂商积极发力 PCIe 3.0、PCIe 4.0 甚至更高端的 PCIe 5.0 企业级 SSD，整体实力不断提升，同时我国上下游企业出海，助力企业级存储国产化迈向新阶段。2021 年，国内 SSD 主控芯片厂商全球出货量占比 10.33%，替代空间广阔。

投资建议：产业链布局来看，布局组合产业链主要有：闪存+SSD 成品——长江存储；主控芯片+SSD 成品——大普微、得瑞领新等；布局专业领域环节的主要有：主控芯片——联芸科技、得一微、国科微等；成品领域——忆恒创源、宝存科技等。在企业级 SSD 赛道的高准入、高投入、强技术迭代的规模化效应下，未来将“强者恒强”，我们预计国产化市场份额及资源将向具有自主芯片能力的强创新企业倾斜。

风险提示：全球宏观经济下行，企业需求不及预期，竞争加剧。



资料来源: Factset, HTI

Related Reports

Presentation: III-V 族化合物半导体研究框架 (Framework for III-V Compound Semiconductor Research) (23 Oct 2022)

Presentation: SOC 芯片研究框架 Research Framework Of SOC field (9 Sep 2022)

郑宏达 Nathan Zheng
hongda.zheng@htisec.com

余伟民 Weimin Yu
wm.yu@htisec.com

华晋书 Jinshu Hua
js.hua@htisec.com

杨彤昕 Tongxin Yang
tx.yang@htisec.com

1. 企业级存储：寡头的竞技场

1.1 企业级存储的定义

存储是 IT 基础设施的重要组成部分，是数字经济的底座。IT 基础设施总体分为计算、存储和通信三大板块，分别以处理器、存储器、交换机/路由器等为核心产品。数字经济的发展与 IT 基础设施产业互为表里、相辅相成，而存储板块在数字经济的发展中具备先导性和需求刚性，在数字经济时代，企业越来越将数据视为一项自身核心资产，对数据安全的重视程度越来越高。大量企业将内部信息系统和业务系统实现了数字化升级，底层数据对内关乎着企业日常经营的稳定，对外决定着信息化业务的正常运营。

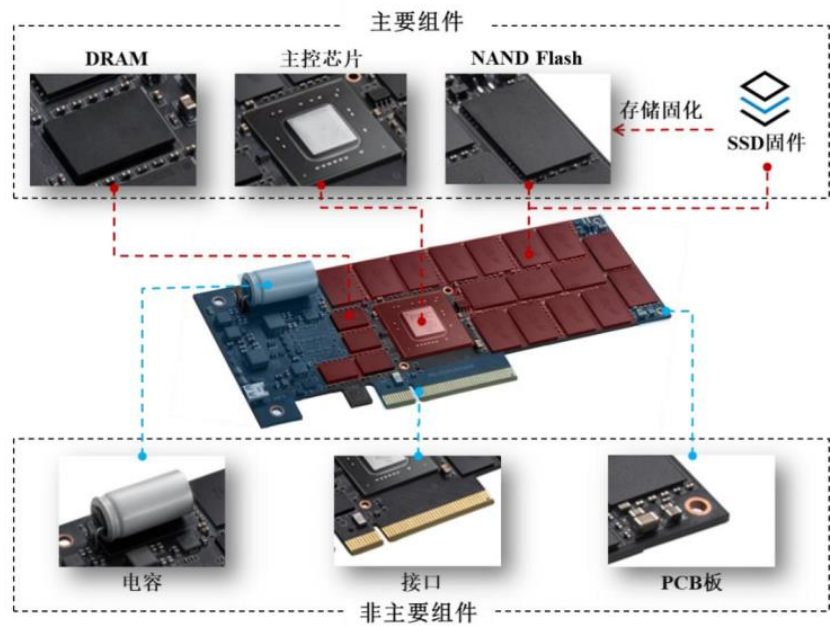
图1 IT 基础设施重要组成架构



资料来源：忆恒创源招股说明书（申报稿），HTI

固态硬盘（SolidStateDrives，SSD）则是以闪存为存储介质的重要存储产品，是用固态电子存储芯片阵列制成的硬盘产品，由控制单元、存储单元（FLASH 芯片、DRAM 芯片）及固件组成，可广泛应用于移动终端、笔记本电脑、台式机、服务器和数据中心等诸多领域。固态硬盘作为数据的载体，除了高性能和大容量的需求之外，企业客户还对产品包含使用寿命、稳定可靠、功耗控制、系统兼容、数据纠错、数据保存能力在内的多方面性能提出了严格的要求。

图2 企业级 SSD 产品示意性内部结构图



资料来源：忆恒创源招股说明书（申报稿），HTI

按照不同应用场景，SSD 可以分为消费级、企业级和军工级产品。消费级 SSD 广泛应用于电脑设备、移动终端、商业电子、车载应用及智能穿戴等场合，企业级 SSD 主要面向互联网、企业数据中心、服务器、云计算等企业级用户，与消费级 SSD 相比，企业级 SSD 需要具备更快传输速度、更大单盘容量、更高使用寿命以及更高的可靠性要求。

而实际应用需求的不同导致了消费级 SSD 和企业级 SSD 在协议、总线和接口选择上的差异性。固态硬盘的性能以高速传输数据的协议为支撑，同时总线和接口能够承载协议的性能，三者均是限制固态硬盘性能发挥的因素。

1、接口

较为常见的 SSD 接口有 SATA、mSATA、M.2、U.2、SAS 等，其中 U.2 和 SAS 接口主要应用于服务器等企业级市场。

（1）早期 SSD 大多使用 SATA 接口，SATA 于 2000 年作为 1.0 版（SATAI）首次推出，传输速度高达 1.5Gb/s。SATA 标准于 2004 年修订为 2.0（SATAII），支持高达 3.0Gb/s 的速度。而目前笔记本电脑和台式机消费级 SSD 大都使用 SATA3.0 端口（SATAIII），支持高达 6.0Gb/s（600MB/s）的传输速度。

（2）M.2 接口的读写速度与 SATA3.0 相当，但由于体积小，更适合占用空间小的计算设备。

（3）U.2 接口的最大特色是支持 NVMe 标准协议，高速低延迟低功耗，带宽走 PCIe3.0x4，理论传输速度高达 32Gbps，而 SATA 只有 6Gbps，比 SATA 快了 5 倍之多。

（4）SAS 接口在企业级存储领域已逐渐取代 SCSI，它是一种串行互连架构，可以让企业用户以更为灵活的方式进行扩展和管理他们的存储系统。从 SAS1.0 到 SAS4.0，连接速度已经从 3Gb/s 提高到了 24Gb/s。

2、总线

目前 SATA 和 PCIe 是 SSD 产品两种主要的总线标准，部分使用 SAS。不同总线标准的位宽和传输频率决定了每次传输中能够提供的最大速度，其中 PCIe 具备更好的带宽速度，因而 SATA 接口+AHCI 协议被 PCIe 接口+NVMe 协议逐步取代。

PCIe 从 1.0 到 4.0 版本的吞吐量具有质的飞跃，PCIe 4.0 是目前大规模商用较为主流的版本，SSD 性能大幅提升，但相较于 PCIe 3.0SSD，价格仍高出很多，将率先在高端市场应用。当前 PCIe SSD 主要还是以 PCIe 3.0x4 为主，最大理论速度可以达到 4GB/s，一般 SSD 最大实际测试速度基本可以达到 3.5GB/s。PCIe 4.0 相较于 PCIe 3.0，最大带宽翻倍，PCIe 4.0 x4 通道可带来 8GB/s 的超高理论带宽，SSD 实测顺序读取性能也能达到 7GB/s。PCIe 5.0 在企业级和消费级都已有产品产出，头部主控厂商 Marvell 企业级 SSD 及原厂 Intel 第 12 代处理器均有搭载。

图3 PCI-E 各版本吞吐量差异

PCIe版本	吞吐量			
	X1	X4	X8	X16
PCIe1.0	250MB/s	1GB/s	2GB/s	4GB/s
PCIe2.0	500MB/s	2GB/s	4GB/s	8GB/s
PCIe3.0	984.6MB/s	3.938GB/s	7.877GB/s	15.754GB/s
PCIe4.0	1.969GB/s	7.877GB/s	15.754GB/s	31.508GB/s
PCIe5.0	3.9 or 3.08GB/s	15.8 or 12.3GB/s	31.5 or 24.6GB/s	63.0 or 49.2GB/s

资料来源：HTI

SAS 总线与 SCSI 协议相匹配，用于企业级 SSD，具有高性能、高可靠性等优点，SAS3.0 可以达到 12Gb/s 的速率。由于总线性能的提升和系统的可扩展性，SAS3.0 技术在数据中心等领域大范围应用。

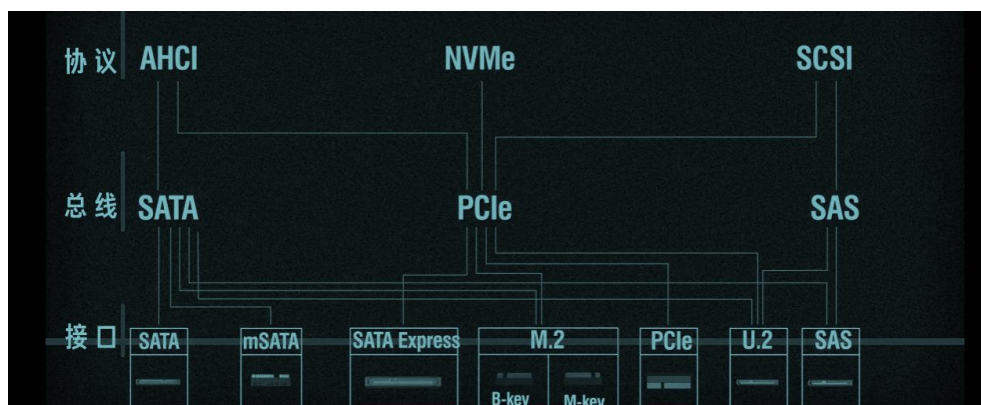
3、协议

AHCI（高级主机控制器接口规范）主要用于通过 SATA 总线与电脑连接的硬盘设备。随着 SSD 的发展和企业级用户对于数据存储要求的提高，传统 AHCI 标准的 SATA SSD 已逐渐失去优势。

相比 AHCI，NVMe（非易失性存储器接口规范）是专门为闪存类存储设计的协议，其性能可有数倍的提升，可降低延迟超过 50%，且 NVMe PCIe SSD 可提供的 IOPs 是高端企业级 SATA SSD 的十倍左右。

SCSI 即小型计算机接口（Small Computer System Interface），指的是一个庞大协议体系，到目前为止经历了 SCSI-1/SCSI-2/SCSI-3 变迁。SCSI 协议定义了一套不同设备（磁盘，磁带，处理器，光设备，网络设备等）利用该框架进行信息交互的模型和必要指令集，能够与 PCIe 总线和 SAS 总线相匹配。

图4 接口、总线、协议之间的对应关系



资料来源：HTI

1.2 企业级存储的技术标准/产业代际的演进

随着存储技术的变迁，企业级存储形式发生演进。DAS 存储是最早的企业级存储，即计算机存储后面通过线缆直接连接存储设备，其缺点是数据存储太过分散且无法保证相同业务的存储设备集中在同一区域。为解决上述问题，NAS 存储出现了，实现了多个计算系统共享一个存储系统，使得存储系统的物理位置更加集中，提高了可维护和管理性，同时也提高了存储的利用率。NAS 存储最大的特点是基于文件系统（NFS 文件系统）的共享，对于客户端来说，其看到的文件系统与本地文件系统无异。此外，SAN 存储系统是存储集中化的另外一个方向，与 NAS 存储不同的地方在于，SAN 存储提供的是块存储的形式，在客户端呈现的是块设备，跟本地磁盘无异。随着通信技术的发展，存储通信协议更加通用和常规化。目前很多存储系统可以基于常规以太网（iSCSI 协议）进行连接，这也增加了企业级存储系统的通用性。

另外，从存储类产业的代际演进来看，目前 SSD 逐步取代 HDD 已成不可逆趋势。两类产品的内部构造有着显著的区别，机械硬盘主要是由盘片、磁头、盘片转轴及控制电机、磁头控制器、数据转换器、接口、缓存等几个部分组成。在运行时盘片每分钟转速可达几千转，而磁头定位在盘片的指定位置上进行数据的读写操作。机械硬盘读写速度平均 60~80M 每秒，由于受限于转盘转速与指针寻址的时间限制，速度往往不会超过 200M 每秒，目前市面上机械硬盘的生产商主要以西部数据、希捷科技和东芝为代表。

固态硬盘不用磁头，采用闪存作为存储介质，读取速度相对机械硬盘更快，寻道时间几乎为 0，持续写入的速度较高。除读写速度差异外，由于内部构造和工作原理的不同，两者在工作噪音、寿命、抗震性、数据恢复能力等方面有较大区别：

表 1 机械硬盘和固态硬盘对比

		固态硬盘	机械硬盘
异	尺寸	小	大
	存储单元	闪存颗粒	磁碟
	工作噪音	无	较大
	工作温度	较低	低
	价格	高	低
	运行速度	快	慢
	寿命	一般	长
	抗震性	优秀	较差
同	数据恢复	难	一般
	接口规范	数据+供电	数据+供电
	磁盘阵列	满足	满足

资料来源：TrendForce，HTI

虽然固态硬盘出现较晚，市场推广早期份额较低，但由于固态硬盘相较于机械硬盘具有十分显著的优势，近年来市场逐渐体现除对其高性能的认可。2019 年，固态硬盘市场规模已超过 550 亿美元，我们预计未来几年将以超过 15% 的复合年增长率增长，在 IDC 数据显示，2020 年全球企业级固态硬盘支出已超过企业级机械硬盘，而这一趋势仍在持续中。随着技术的发展和价格的优化，固态硬盘的市场竞争力将进一步提升，将实现对机械硬盘更深层的替代。

1.3 企业级 SSD 产业链

从企业级 SSD 产业链出发，目前市场的业务布局模式包括：能够一体化完成固态硬盘全部生产线的企业（如三星）、专注于固态硬盘 NAND 生产的企业（如长江存储）、专注于主控领域的企业（如英韧科技）、专注于模组生产研发的企业（如忆恒创源）、专注于控制器和模块组合生产研发的企业（如赛捷）、专注于 SSD 成品的企业（如宝存科技）以及同时包括控制器、模组和服务器研发生产，业务向下游延伸的企业（如华为）。

企业级 SSD 的主要硬件组件包括 NAND Flash、主控芯片和 DRAM，核心软件为企业级 SSD 的固件。

图5 接口、总线、协议之间的对应关系

序号	名称	主要功能简介
1	NAND Flash	•即闪存颗粒，是数据存储的核心介质，是数据存储的载体。 •NAND Flash 基于<u>半导体隧道效应</u>，对浮置栅极进行充电（写数据）或放电（擦除数据），完成数据存储。 •NAND Flash 具有逻辑和物理地址分离、不能覆写、寿命有限、存在读干扰和坏块等闪存特性。
2	主控芯片	•主要负责固态硬盘与服务器主机通信、控制闪存的数据传输并运行固件算法等。
3	DRAM	•即动态随机存取存储器，主要作为缓存用以降低固态硬盘的读写延迟，提升固态硬盘的读写性能。
4	固件	•固件是公司自主开发并在企业级 SSD 出厂自带的各种板载运行软件的合集，如果将企业级 SSD 类比为计算机，固件则是包含核心<u>操作系统</u>和应用软件的集合体。 •固件通过驱动主控芯片调度各个硬件模块，实现闪存和主控芯片之间的兼容，完成数据从主机端到闪存端的写入和读取，实现标准计算机可以使用的块存储设备。 •为适应企业级日新月异的功能需求，固件参照标准 NVME 通讯协议及客户定制化需求，实现多种多样的功能。

资料来源：忆恒创源招股说明书（申报稿），HTI

1、 闪存颗粒

闪存颗粒是固态硬盘的存储介质，是一种非易失性存储器，即在断电的情况下依旧可以保存已经写入的数据。其中 NAND 闪存颗粒有着功耗更低、价格更低和性能更加的优点，成为了企业级 SSD 重要的存储原料。

根据 NAND 闪存颗粒中电子单元密度的差异，可以分为 SLC（单层次存储单元）、MLC（双层存储单元）以及 TLC(三层存储单元)，此三种存储单元在寿命以及造价上有着明显的区别。此外，闪存颗粒的立体堆叠层数也决定着存储颗粒的总体容量，根据在垂直方向堆叠的颗粒层数不同和选用的颗粒种类不同，3D NAND 颗粒又可以分为 32 层、48 层、64 层甚至 176 层 3DTLC/MLC 颗粒的不同产品，其生产研发具有很高的技术难度，但更高的存储密度和更低的单位存储价格需求不断推进存储厂商提高堆叠层数，目前的升级速度维持在大约一年一代的频率。2021 年下半年开始，3D NAND 正式进入了 176L 的量产，176L 3D NAND 的存储密度较上一代增加了 70%，由于各原厂对于高堆叠 3D NAND 产品的重视，有望在 2023 年看到 200 层以上的堆叠产品。

目前，NAND Flash 全球市场高度集中于三星、西部数据、美光科技、海力士、英特尔等六家公司，合计占据了 99%左右的市场份额，其中三星以超过 30%的市场份额稳居第一；而国内目前市场规模较小，主要由长江存储作为主导。

2、 主控芯片

主控芯片在硬盘工作时承担与主机通信、控制闪存的数据传输以及运行 FTL 算法等职责，相当于计算机中的 CPU 的职能，所以主控性能的优劣直接影响了固态硬盘整体的性能表现，其主要的功能包括：（1）调配数据在各个闪存芯片上的负荷，让所有的闪存颗粒都能够在一定负荷下正常工作，协调和维护不同区块颗粒的协作。（2）连接闪存芯片和外部（SATA、PCIe 等）接口，负责数据中转。（3）负责固态硬盘内部各项指令，诸如 ECC 纠错、耗损平衡、坏块映射、读写缓存、垃圾回收以及加密等。

目前市场上的主控芯片生产模式主要有两种，一是各存储原厂例如三星、英特尔、美光等巨头自行设计并承担生产的模式，其中三星的主控自产自销，基本不单独出售主控，美光既用于自有产品，也外卖给其他下游厂商。二是美满（Marvell）、慧荣科技、群联电子等只从事主控芯片设计与销售而不从事生产的模式。企业级 SSD 主控主要由三星为主的原厂所提供，而国内企业如大普微、英韧科技、得瑞领新等企业也具有企业级 SSD 主控的设计能力。而大普微作为国内首家基于自研主控芯片和固件，实现真正国产化 Gen4 SSD 规模出货的企业，也是国内唯一一家得到规模出货验证的 SSD 主控产商，实现了国内企业级 SSD 厂商品牌在海外市场的突破。

3、 固件/算法

固件（Firmware）是出厂预设在存储器中，运行在闪存控制器内部的程序代码，担任着存储器中协议处理，数据管理和硬件驱动等核心工作，相当于 SSD 存储器的操作系统。SSD 固件专门针对闪存介质进行特性设计，利用磨损平衡写入算法、错误校正码 ECC 及坏块管理算法、FTL 算法、垃圾回收算法 GC 等技术，对于映射管理、数据纠错、垃圾回收、功耗控制、掉电保护、损耗均衡等方面进行控制和维护。

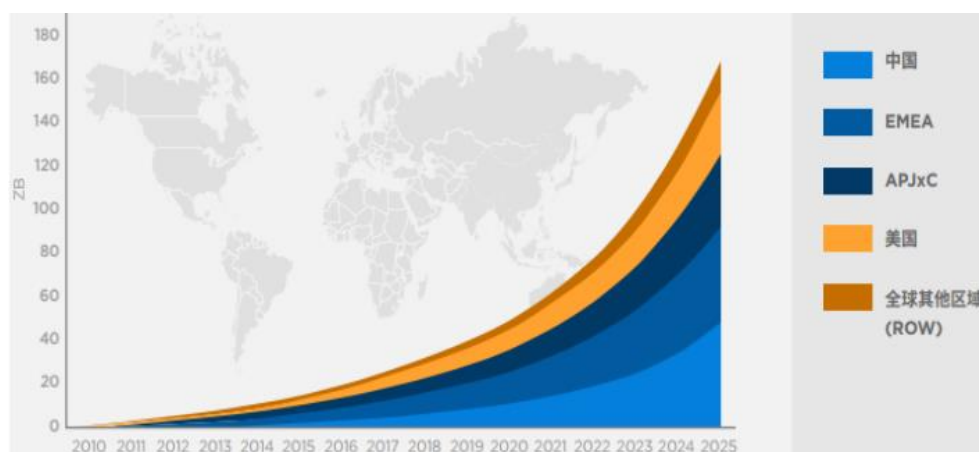
目前能够独立开发固件的 SSD 厂商为数不多，仅有三星、Intel、闪迪、英睿达、浦科特、东芝、OCZ 等，能够利用大厂带来的技术优势占据较大的市场份额。

2. 企业级 SSD 存储：承载流量增长的数字基础设施底座

2.1 全球流量持续增长

近年来，全球信息技术迅速发展，深刻改变着社会的运作方式，对社会生产、商业运作模式等方面产生重大影响。随着网民数量增长，互联网设备接入数量快速增加，同时，包括人工智能、云计算在内的各种新技术不断出现，进一步带动全球互联网数据流量不断增长。根据 IDC 发布的数据，全球数据总量由 2018 年的 45ZB 将增长至 2025 年的 175ZB，年均复合增长率高达 25.40%。其中，中国数据圈增速最为迅速，2018 年，中国数据圈占全球数据圈的比例为 23.4%，即 7.6ZB，IDC 预计到 2025 年将增至 48.6ZB，占全球数据圈的 27.8%，中国将成为全球最大的数据圈。

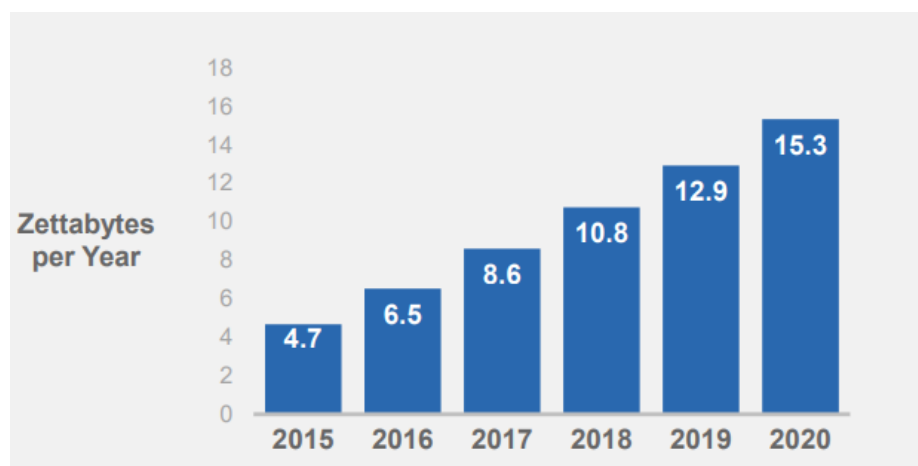
图6 全球数据圈规模与增长（按区域划分、单位：ZB）



资料来源：IDC，HTI

数据云化带来云流量高速增长。根据思科云计算产业调研报告中数据，2020 年全球云流量将增长至 2015 年的近四倍，从 3.9ZB 增长至 14.1ZB，而 2020 年全球数据中心流量也超过 2015 年的 3 倍，从 4.7ZB 增长至 15.3ZB。

图7 全球数据中心流量（2015-2020）

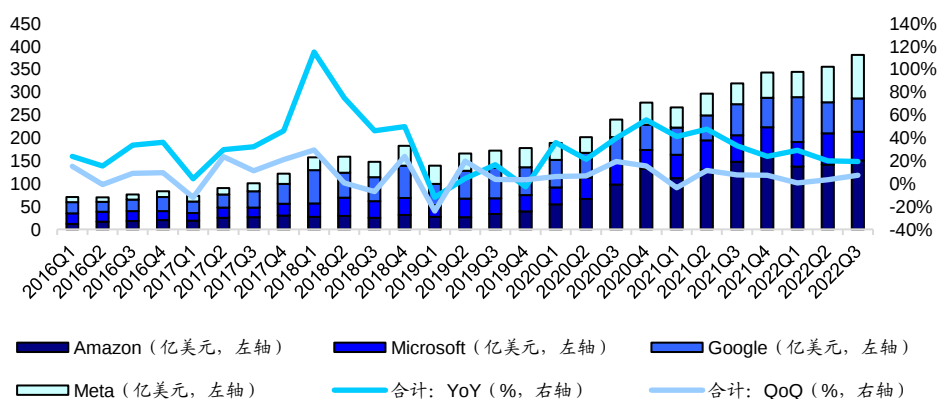


资料来源：Cisco, HTI

2.2 云需求/数字经济推动资本开支景气增长，存储有望领先行业增速

2022Q3 海外云厂商龙头资本开支同比、环比持续提升，云厂商资本开支维持长期增长趋势不变。22Q3，北美主要云厂商（亚马逊、谷歌、微软、META）合计资本开支为 381.18 亿美元，同比+19.42%、环比+7.24%；其中 META 增长最为突出，资本开支为 95.18 亿美元，同比+110%、环比+23%。BMC 芯片厂商信骅 22 年 10 月营收继续同比+45.1%、环比+8.4%，自 2021 年 8 月以来连续保持同比快速增长。而从全球云基础设施投资规模来看，同样维持较快增速。2022 年第三季度，全球云基础设施服务支出同比增长 28%，达到 631 亿美元，同比增长 138 亿美元。在数据流量维持增长的长期趋势下，云计算相关资本开支也将保持持续投入，根据 Dell'Oro 报告，到 2026 年，全球数据中心资本支出有望达到 3500 亿美元，2021 年-2026 年复合增速为 10%。

图8 全球云厂商龙头资本开支

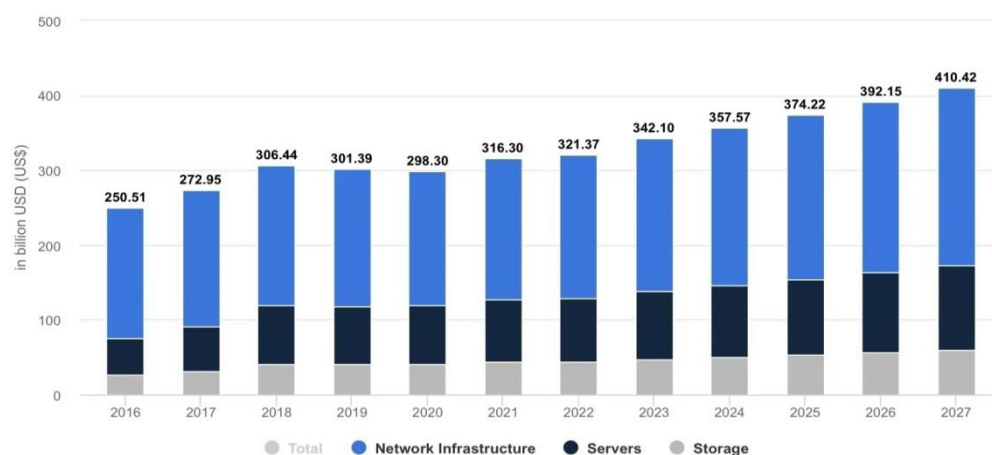


资料来源：Cisco, HTI

数字经济推动企业数字化转型，国内运营商同步发力云计算市场。近年来，我国推动发展数字经济政策不断落地，加大推动我国数字经济发展。11月16日，国家发改委发布了关于数字经济发展情况的报告，提出要发挥数字协同平台等公共服务平台以及龙头骨干企业的赋能作用，带动中小企业数字化改造，提升“上云用数赋智”水平。同时，要推动政务信息化共建共用，持续提高“互联网+政务服务”效能，强化政务数据共享和业务协同，提升政务服务标准化、规范化、便利化水平。而运营商作为重要数字经济发展基础平台，也同步加大云业务、算力网络投入。2022年，中国电信将继续投入140亿元用于算力（云资源）建设、160亿元用于传输网建设，拟增加16万台云服务器，算力提升超80%；中国移动算力网络资本开支公司预计为480亿元，新增约18万台云服务器，传输网投资继续增长5%达到474亿元；中国联通同样表示将紧抓“东数西算”新机遇倾力打造“联接+感知+计算+智能”的算网一体化服务。根据工信部、信通院数据，预计2021年-2025年我国算力网络规模复合增速将达到25%，我国云计算市场也呈现快速发展态势。

存储作为云计算基础设施产业链重要环节，未来收入规模复合增速有望领先市场。根据 Statista 预测，2022 年数据中心市场的收入将达到 3210.4 亿美元，2016-2022 年市场收入复合增速为 4.24%；而未来 5 年数据中心市场将继续保持稳定增长，2027 年有望达到 4104 亿美元，2022-2027 年市场规模复合增速达到 5.01%。其中，存储市场收入未来复合增速将超过数据中心整体市场。2022 年数据中心存储市场收入规模为 447 亿美元，2027 年将达到 595.2 亿美元，复合增速实现 5.89%。

图9 全球数据中心市场收入



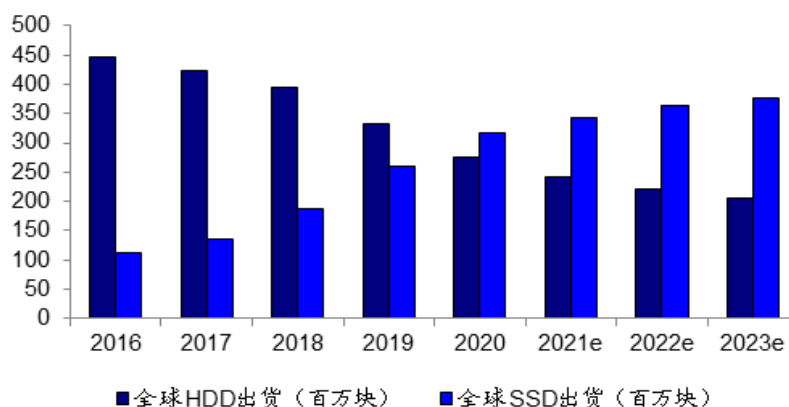
资料来源：IDC，HTI

3. 国产新锐崛起

3.1 企业级 SSD 存储国产化替代步入关键机遇期

无论在市场口量还是在技术优势上，SSD 都迎来了绝佳的发展时机。据 IDC 最新的有关企业级 SSD 闪存市场的报告显示，SSD 企业级市场未来前景依然强劲，出货量、收入和总出货容量预计都会呈现显著增长。根据集邦咨询的数据显示，2018 年全球 SSD 出货量约 8100 万台水平，较 2017 年增长近 50%。随着 NAND 产能的逐步稳定，到 2025 年，全球 SSD 市场规模将达到 255.1 亿美元。未来五年，以 Facebook、Google、阿里巴巴、腾讯、百度等为代表的超大型数据中心用户将会成为企业级 SSD 的巨大需求方，企业级 SSD 的容量市场将保持 36% 的年复合增长率。同时，市场对 SSD 的需求也在持续升级，容量更大、速度更快、安全性更好、外观更时尚的 SSD 将成为新的价值主张。

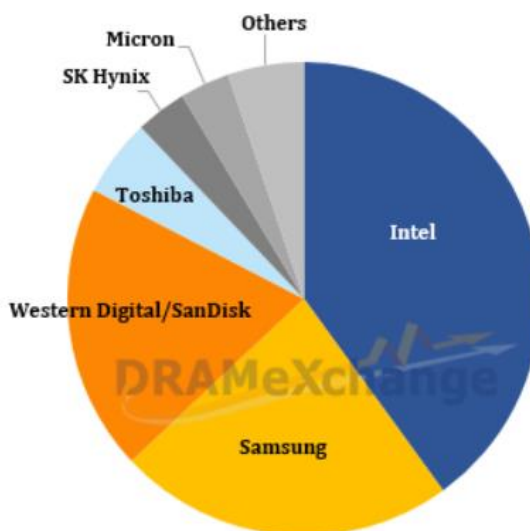
图10 2016-2023 年全球机械硬盘和固态硬盘出货量



资料来源：IDC, Techno Systems Research, TrendFocus, 艾瑞咨询, HTI

DRAMeXchange 数据显示, 2017 年三星的市场份额逼近英特尔, 其企业级 SSD 出货量的 80%以上都是使用 3D-NAND TLC 芯片的产品。在其他 SSD 供应商中, 只有美光已经开始发货企业级 3D-NAND SSD。

图11 全球 SSD 供应商市场份额, 1Q17



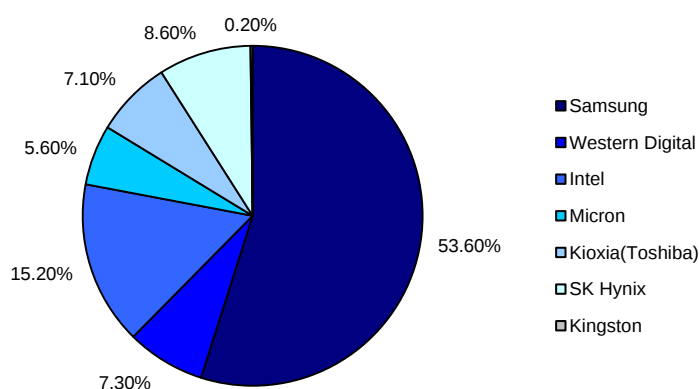
资料来源：DRAMeXchange, HTI

2020 年 10 月 20 日, SK 海力士与英特尔在韩国共同宣布签署收购协议, 根据协议约定, SK 海力士将以 90 亿美元收购包括英特尔 NAND SSD 业务、NAND 部件及晶圆业务, 包括英特尔在中国大连的 NAND 闪存制造工厂。但是, 英特尔仍将继续保留其特有的英特尔傲腾业务。资料显示, 在该交易公布之前的前一个季度, SK 海力士在全球 NAND Flash 市场的市场份额为 11.7%, 英特尔的市场份额为 11.5%。这也意味着通过此次收购, SK 海力士在全球存储市场的市场份额将超过 20%, 成为仅次于三星的全球第二大 NAND Flash 厂商。

SK 海力士持续推动并购后整合流程以提高 NAND Flash 及 SSD 业务的竞争力。第一阶段交割金额为 70 亿美元，交割时 SK 海力士将从英特尔接管 SSD 相关 IP 及员工等 NAND Flash 及 SSD 业务，以及中国大连工厂资产。剩余 20 亿美元将在 2025 年 3 月支付英特尔。SK 海力士将收购英特尔其余 NAND 业务相关的剩余资产，包括与 NAND 闪存晶圆制造和设计相关的 IP、NAND 闪存晶圆研发人员、大连工厂员工以及其他相关的有形/无形资产。

根据 TrendFocus 和 Wells Fargo 数据显示，2021 年 Q3 三星的企业级 SSD 容量比其他所有供应商的总和还要多。

图12 企业 SSD 总出货量 - 3Q21



资料来源：TrendFocus, Wells Fargo Securities, LLC, HTI

当前企业级 SSD 格局较为集中，在 NAND Flash、主控芯片等核心技术领域，几家存储巨头掌握较高话语权。NAND Flash 占 SSD 总成本比重很高（约 70% 以上），是 SSD 的核心硬件。全球市场研究机构 TrendForce、集邦咨询数据显示，今年一季度全球前五大企业级 SSD 品牌厂商分别是三星电子、SK 海力士（含 Solidigm）、美光科技、铠侠与西部数据。

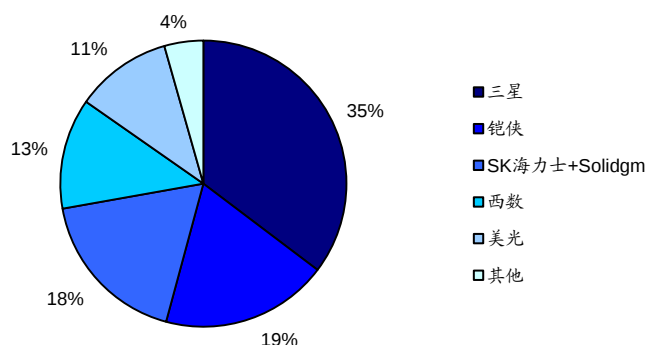
表 2 2022Q1 全球企业级 SSD 品牌厂商营收排行

Company	Revenue		Market share	
	1Q22	QoQ(%)	1Q22	4Q21
Samsung	2767.0	14.8%	49.6%	49.3%
SK Group	1354.0	10.7%	24.3%	25.0%
Micron	606.0	32.6%	10.9%	9.4%
Kioxia	471.0	11.9%	8.4%	8.6%
WDC	378.0	0.5%	6.8%	7.7%
Total	5576.0	14.1%	100.0%	100.0%

资料来源：TrendForce, HTI

这五家厂商也同样是全球前五大闪存巨头，NAND Flash 合计市占率高达 95.6%。除了生产 NAND Flash 闪存颗粒，原厂还自行研发主控芯片以及生产企业级 SSD 成品，其产品具备较强技术优势。

图13 1Q22 NAND FLASH 原厂市占格局



资料来源：集邦咨询，HTI

我们预计到 2025 年，国内企业级固态硬盘市场规模将增至 489 亿元，5 年间复合增速约 25%，而 PCIe 固态硬盘市场份额比例将增至 90%。随着企业数字化转型进一步推进，云计算、5G、大数据和人工智能应用不断创新，数字产业规模还将进一步增长，企业级固态硬盘作为基础 IT 硬件设施，市场增长空间广阔。

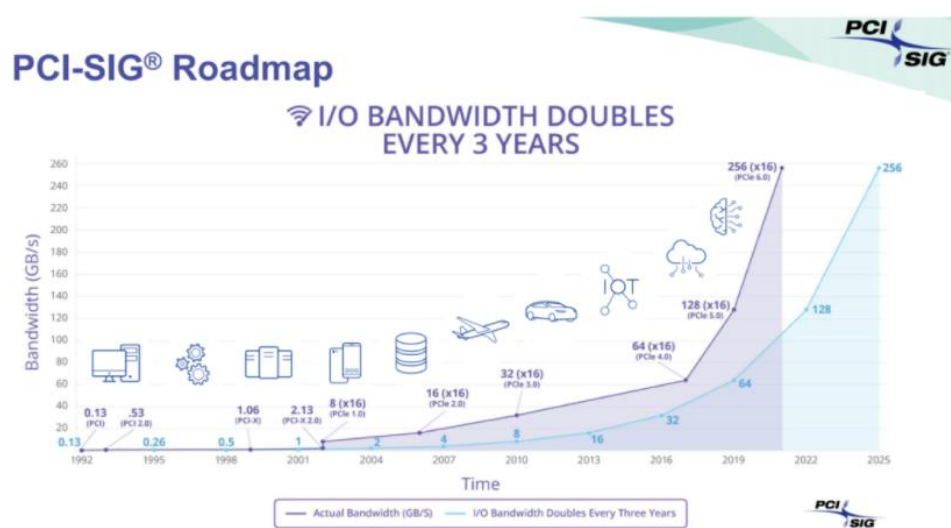
3.2 以“面粉-面包”的产业生态共荣，推动企业级存储国产化步入新阶段

3.2.1 国产颗粒

2021 年，海外 SSD 主控芯片厂商全球出货量占比 89.67%，本土 SSD 主控芯片厂商全球出货量占比 10.33%。随着市场需求的增加，国内 SSD 主控厂商正在大力崛起。目前大陆在做 SSD 控制器的厂商多达三四十家，从数量上看已经超越了美系、台系的品牌。这数十家的新兴势力加上中国台湾和美国等地方的厂商，毫无疑问，一场 SSD 主控争夺战正式开打。

PCIe 是一种高速串行的计算机扩展总线标准，传输速率平均每三年翻一番，凭借低延迟、高带宽和高可扩展等特点为存储行业带来重大变革。而近几年，机器学习等新兴应用正在加速推进 PCIe SSD 的发展。

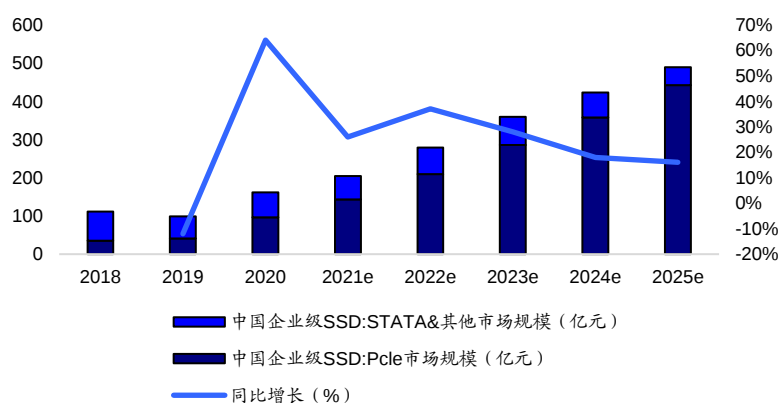
图14 PCIe SSD 发展历程



资料来源：DOIT 传媒，HTI

PCIe 固态硬盘将为国内的行业增长带来主要增量。按销往境内市场的金额口径核算，2020 年我国企业级固态硬盘市场规模为 161 亿元，其中 PCIe 固态硬盘占市场总规模的比例约为 59%，已超过 SATA 及其他类型的企业级固态硬盘，同时较 2018 年 32% 的比例也有大幅提升。我们预计到 2025 年，国内企业级固态硬盘市场规模将增至 489 亿元，5 年间复合增速约 25%，而 PCIe 固态硬盘市场份额比例将增至 90%。随着企业数字化转型进一步推进，云计算、5G、大数据和人工智能应用不断创新，数字产业规模还将进一步增长，企业级固态硬盘作为基础 IT 硬件设施，市场增长空间广阔。

图15 2018-2025 年中国企业级固态硬盘市场规模及同比增速



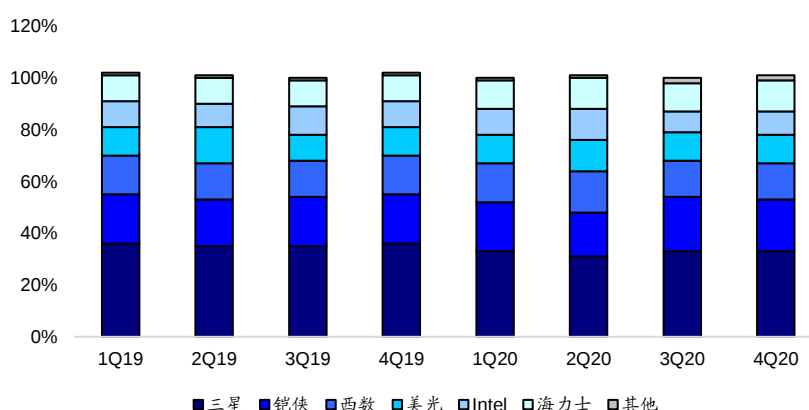
资料来源：智能计算芯世界，HTI

PCIe 市场规模持续扩大，服务器设备是规范迭代升级的主要受益者。企业级 SSD 的发展使得 PCIe 在 2021 年获得重大发展机遇，并在未来 5 年内获得持续增长。服务器厂商先后推出众多支持 PCIe4.0 的服务器主板，支持 NVMe 硬盘、GPU、网卡等相对应设备；当 PCIe5.0 实现商用后，市场规模将得到进一步扩大，大幅度弱化存储设备在整个计算机系统性能瓶颈，NVMe 存储设备将成为受益最大的设备；到 2023 年，服务器设备能够率先实现 PCIe 6.0 应用，为人工智能（机器学习）、数据中心、物联网（IoT）、汽车、航空航天和军事等领域提供有效支撑，为高性能计算中心建立组合式基础设施架构。

DRAM 领域，晋华集成表现突出。福建省晋华集成电路有限公司（简称晋华集成电路，JHICC）是由福建省电子信息集团、泉州市金融控股集团有限公司、福建省晋江产业发展投资集团有限公司等共同出资设立的先进集成电路生产企业。公司在福建省晋江市建设 12 吋内存晶圆厂生产线，开发先进存储区技术和制程工艺，并开展相关产品的制造和销售，旨在成为具有先进工艺与自主知识产权体系的集成电路内存（DRAM）制造企业。

NAND 领域，从全球市场看，三星、铠侠、西部数据、美光、Intel 以及海力士六家公司合计占据全球 NAND Flash 市场 99%左右的份额，其中三星以超过 30%的市场份额稳居第一、具备较大优势，铠侠和西部数据分别以约 20%和 15%的市场份额位列第二和第三。

图16 2019-2020 年各季度全球 NAND Flash 市场份额（收入口径）



资料来源：Statista（2021），艾瑞咨询，HTI

NAND 领域，国内市场长江存储发展喜人。长江存储科技有限责任公司成立于 2016 年 7 月，总部位于“江城”武汉，是一家专注于 3D NAND 闪存设计制造一体化的 IDM 集成电路企业，同时也提供完整的存储器解决方案。长江存储为全球合作伙伴供应 3D NAND 闪存晶圆及颗粒，嵌入式存储芯片以及消费级、企业级固态硬盘等产品 and 解决方案，广泛应用于移动通信、消费数码、计算机、服务器及数据中心。

2017 年 10 月，长江存储通过自主研发和国际合作相结合的方式，成功设计制造了中国首款 3D NAND 闪存。2019 年 9 月，搭载长江存储自主创新晶栈® Xtacking® 架构的第二代 TLC 3D NAND 闪存正式量产。2020 年 4 月，长江存储宣布第三代 TLC/QLC 两款产品研发成功，其中 X2-6070 型号作为首款第三代 QLC 闪存，拥有发布之时最高的 IO 速度，最高的存储密度和最高的单颗容量。

3.2.2 国产企业级 SSD 阵营

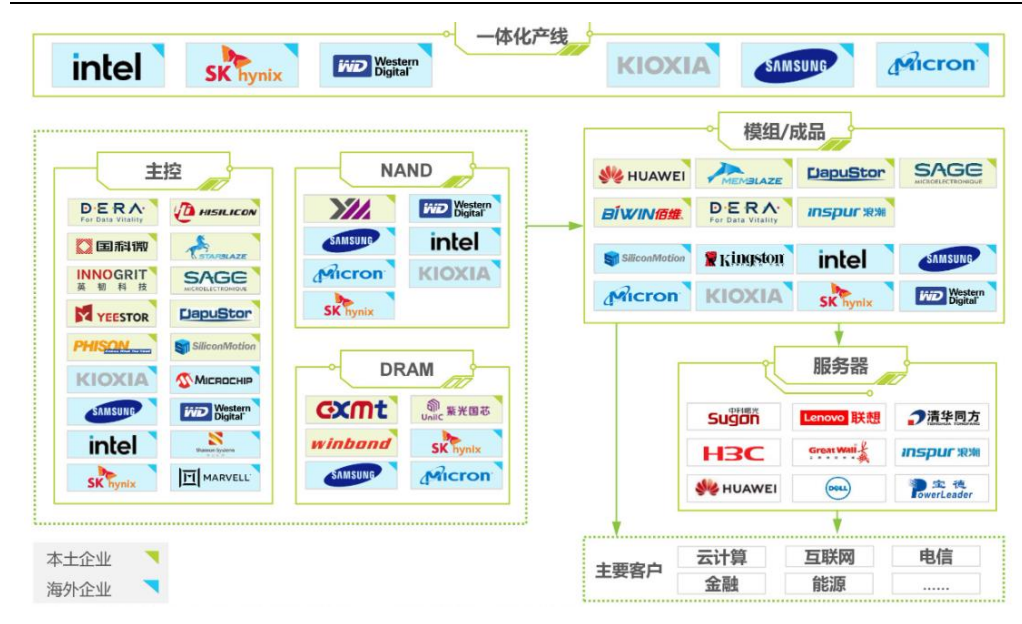
面对日益增长的企业级 SSD 市场需求和激烈的竞争环境，中国大陆厂商近年快速追赶，不断完善企业级 SSD 布局，积极发力 PCIe 3.0、PCIe 4.0 甚至更高端的 PCIe 5.0 企业级 SSD 市场。

表 3 中国大陆企业级 SSD 产业链公司一览

类型	闪存	主控芯片	SSD 成品	代表企业
组合：原厂+成品	●		●	长江存储
组合：主控+成品		●	●	大普微、得瑞领新、亿联、华澜微、江苏华存电子等
专业领域：主控芯片		●		联芸科技、得一微、国科微、亿芯科技、英韧科技等
专业领域：成品			●	忆恒创源、宝存科技等

资料来源：全球半导体观察，HTI

图17 中国企业级 SSD 产业链图谱



资料来源：艾瑞咨询，HTI

北京忆恒创源科技股份有限公司（Memblaze）是国内一家企业级 NVMe SSD 产品提供商，2011 年成立于北京。Memblaze 推出的 PBlaze 系列企业级 SSD 已经在数据库、虚拟化、云计算、大数据、人工智能等领域广泛应用，为互联网、云服务、金融、电信等行业超过 900 家企业提供稳定可靠的高速存储解决方案。Memblaze 自成立伊始就一直坚持自主研发和创新，在 SSD 产品前端、闪存管理与访问、操作系统及测试、存储软件以及硬件设计等方面取得了多项国内国际专利技术。

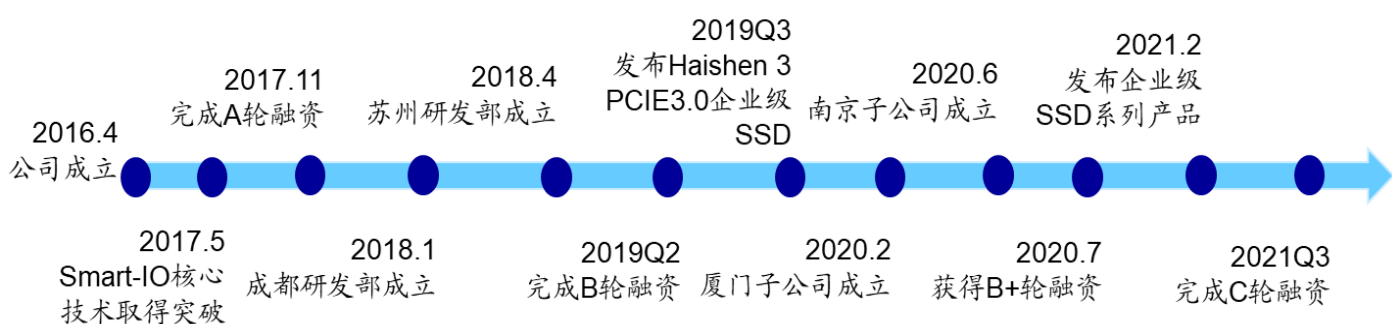
图18 忆恒创源发展历程



资料来源：忆恒创源官网，HTI

深圳大普微电子科技有限公司（DapuStor）成立于 2016 年，是国内先进的 SSD 主控芯片设计和智能企业级 SSD 定制专家；拥有国际一流的研发实力，超过 200 名团队成员，具备从芯片设计到存储产品量产交付的全栈能力。公司已旗下企业级智能固态硬盘、数据存储处理器芯片及边缘计算相关产品，已广泛用于国内外主流服务器、运营商、互联网数据中心市场。DapuStor 作为高新技术企业，率先于业内提出存储“DPU”概念，拥有全球先进的核心技术，已申请国内外发明专利超过 200 项。其 PCIe Gen4 企业级 SSD 产品已先后获得北美知名国际互联网/云计算巨头和国内电信运营商、行业客户等为代表的批量订单。这是国内首家基于自研主控芯片和固件，实现真正国产化 Gen4SSD 规模出货的企业，也是国内企业级 SSD 厂商品牌在海外市场的突破。近年来，大普微的发展突飞猛进，已累计面向国内外知名互联网、云计算巨头、电信运营商、服务器厂商和存储系统厂商等客户，稳定大规模出货超过 20 万片企业级 SSD，产品性能和质量经过了全球市场的验证。

图19 大普微发展历程



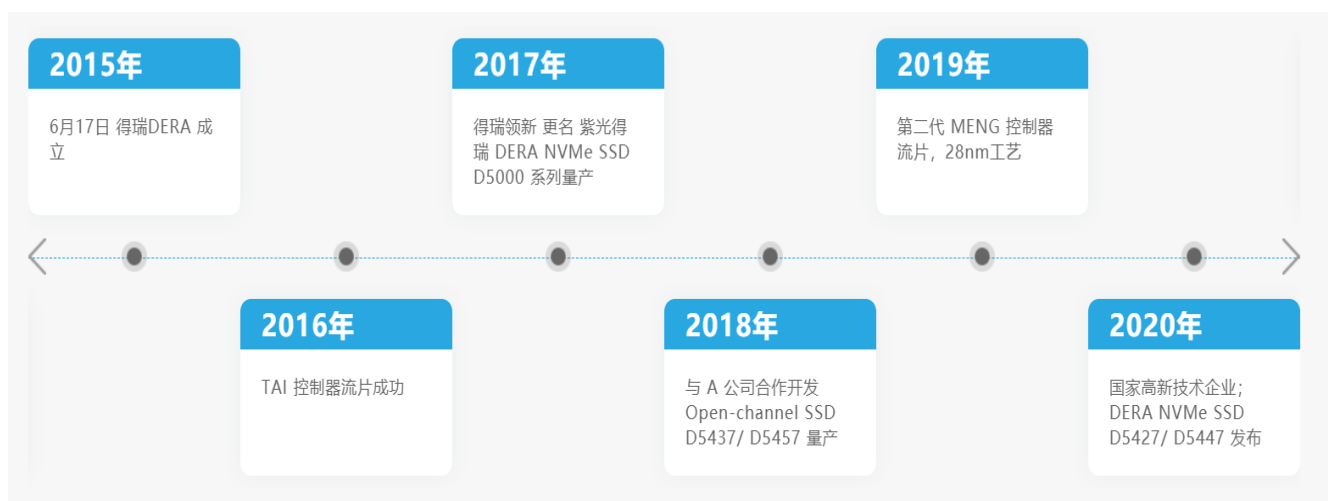
资料来源：大普微官网，HTI

北京得瑞领新科技有限公司（简称 DERA）是一家技术导向的产品研发企业，其致力于发展计算架构中的底层存储核心技术—半导体存储。DERA 现阶段的主要产品是遵循 NVMe 标准协议的企业级 SSD 控制器、Turn-key 方案、以及企业级 SSD 成品。公司在武汉东湖高新区、上海长宁区和深圳南山区均设有研发及技术支持机构。目前 DERA 专注于企业级 NVMe SSD 产品，深扎两大主要市场，分别是国内互联网头部

公司与运营商、金融、能源等行业客户。针对国内互联网头部公司，得瑞的优势在于保证产品力的同时，充分利用地域优势提供更加及时的技术支持服务，并针对国内客户的需求做深度定制化，最终实现在这些头部公司的成功导入。据悉，DERA 得瑞领新已经拿下阿里云、腾讯云、百度智能云及青云等国内主要云计算玩家客户。针对运营商、金融、能源等行业客户，DERA 得瑞领新抓住该类客户更加关注自主可控的定制化需求，基于主控芯片的 SSD 产品研发思路，与这类客户的需求实现完美契合。

作为目前市场上为数不多可与 Intel、Samsung 匹敌的自研企业级 SSD 供应商，得瑞领新产品在多项关键性能指标上都处于业界领先的地位，并刷新了 PCIe 闪存的多项性能纪录，这得益于研发团队顶尖的核心 IC 设计能力。通过对多种硬件协处理器的灵活运用，在实现了优越性能的同时还保证了优良的性能功耗比。而在行业领先的性能之下，是团队对可靠性与可用性的高度重视。凭借专利的全生命周期评测技术，DERA PCIe SSD 系列产品可以在支持周期内得到控制器足够的性能保障，不会出现明显的性能衰减以至于影响客户体验，以高端存储填补了国内市场空白。

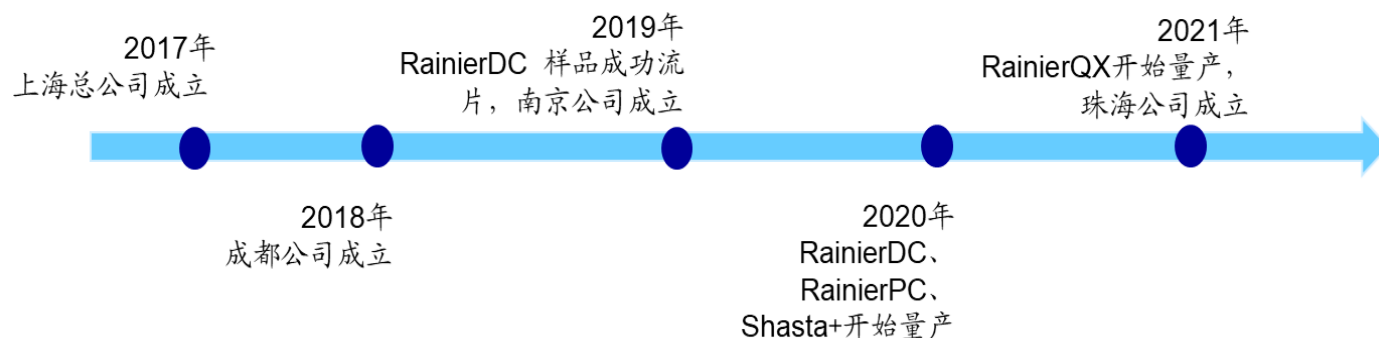
图20 得瑞领新发展历程



资料来源：得瑞领新官网，HTI

英韧科技（上海）有限公司为半导体芯片设计公司，专注创新下一代全球存储技术和数据处理系统，大幅度提高数据存储和传输的效率，大大降低海量数据造成的网络堵塞，显著减少过多协议转化造成的浪费。在数据大爆炸的时代，英韧产品将广泛应用在云计算，人工智能，数据中心，以及无人驾驶汽车等领域。英韧主要产品为半导体集成电路芯片（IC）和软硬件结合的智能存储系统。英韧产品具有速度快，耗能低，支持国密标准的领先优势，并配备了先进的 LDPC 技术，实现了端到端的数据保护，支持国密及多种国际加密标准。英韧提供灵活的商业模式，包括从 SDK 到交钥匙的一站式 FTK 解决方案以及参考设计，让客户以最短的时间获得业界最新的技术，在降低总体成本的同时提高产品的差异化竞争力。英韧科技在业界有良好的口碑，和全球电脑厂商，主要半导体供应商及闪存原厂都有良好的合作关系。

图21 英韧科技发展历程



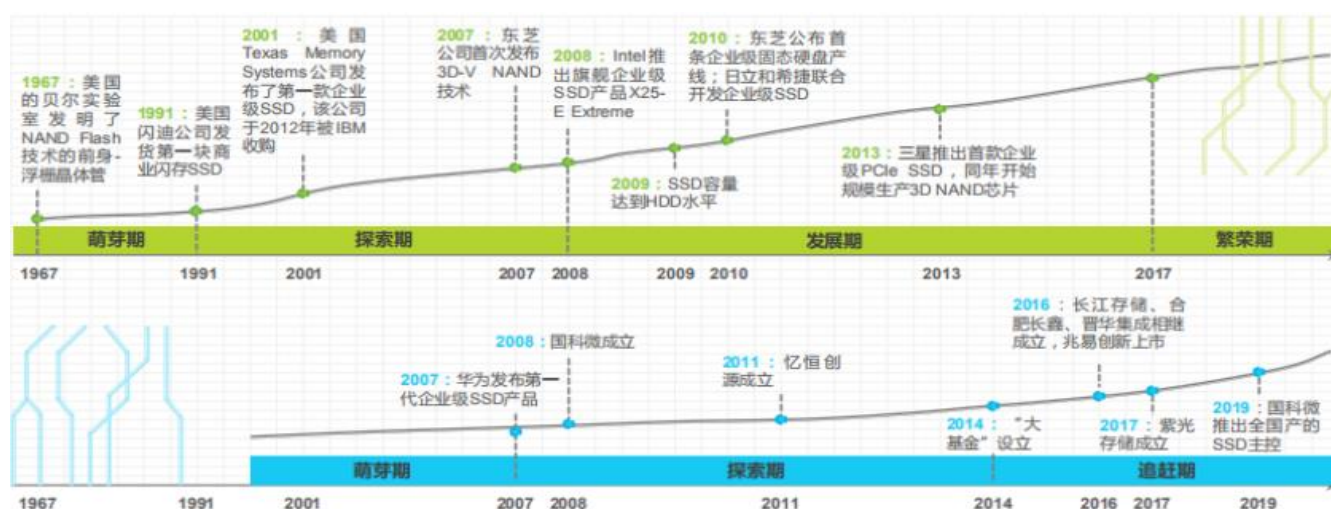
资料来源：得瑞领新官网，HTI

我们认为，辅以企业级 SSD 赛道的高准入、高投入、强技术迭代的规模化效应，未来将“强者恒强”，预计国产化市场份额及资源将准备向具有自主芯片能力的强创新企业倾斜。

3.2.3 国产企业级 SSD 市场

21 世纪前，固态硬盘技术和商业化的探索主要集中在美、日、韩等国，领先企业包括美国的 Intel、西数，日本的东芝、日立以及韩国的三星、海力士等。21 世纪前 10 年是全球存储行业龙头加速布局的时期，Intel、三星等在 2010 年前后陆续进入中国市场，2017 年后随着 3D-NAND 技术的进一步成熟以及国内互联网经济蓬勃发展，（企业级）固态硬盘行业进入繁荣期。2013 年之前“中国制造”是国内存储产业的主要运营模式，2014 年后国内半导体产业在国家政策的支持下加速发展，在主导、闪存等产业链环节逐步实现对国外供应商的替代，从产品性能和产能方面追赶国际领先。

图22 全球及中国（企业级）固态硬盘行业发展历程

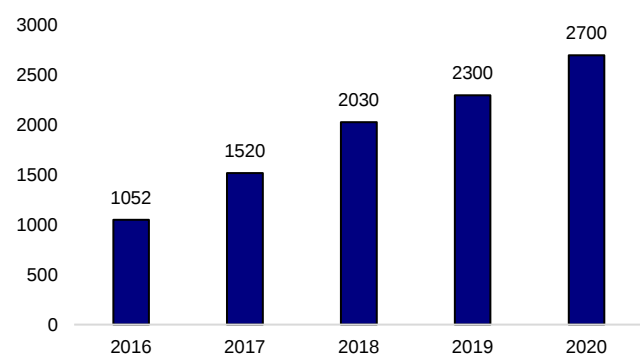


资料来源：智能计算芯世界，HTI

回顾 2021 年 SSD 的主控市场，全球 SSD 主控芯片出货量为 4.19 亿颗，较 2020 年 3.85 亿颗，年度增长 8.83%。在云计算、数字经济等需求的带动下，服务器市场不断扩张，随之带来的是 SSD 越来越受到欢迎。中国企业级 SSD 呈现高增长态势，根据预测 2022、2023 年中国企业级 SSD 市场规模同比增长 37%、28%，于 2025 年达到 489 亿元人民币。

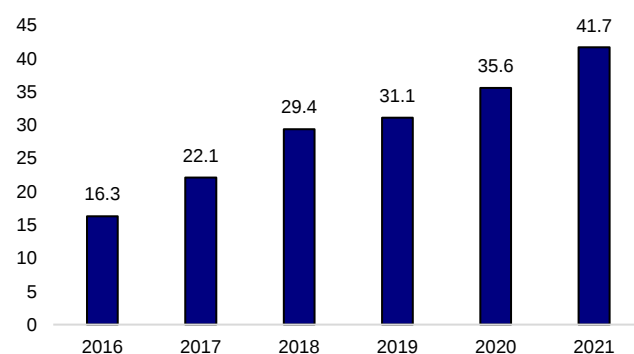
2021 年，海外 SSD 主控芯片厂商全球出货量占比 89.67%，本土 SSD 主控芯片厂商全球出货量占比 10.33%。随着市场需求的增加，国内 SSD 主控厂商正在大力崛起。目前大陆在做 SSD 控制器的厂商多达三四十家，从数量上看已经超越了美系、台系的品牌。这数十家的新兴势力加上中国台湾和美国等地方的厂商，毫无疑问，一场 SSD 主控争夺战正式开打。

图23 企业级 SSD 平均容量走势 (GB/个)



资料来源：中国闪存市场 ChinaFlashMarket, HTI

图24 企业级 SSD 出货量走势 (Million, 个)



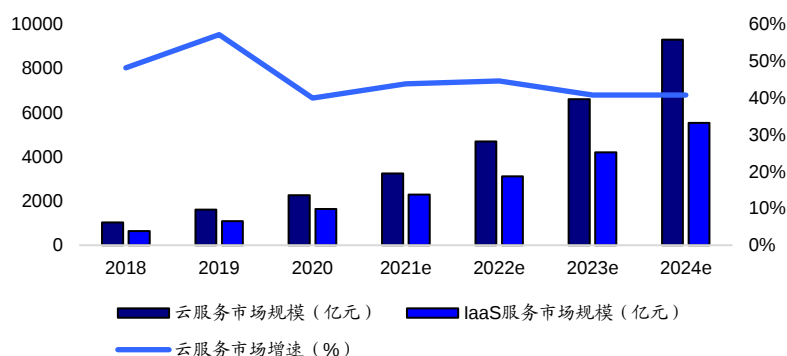
资料来源：中国闪存市场 ChinaFlashMarket, HTI

据 Oregonlive 及 The Register 报道，亚马逊计划投资约 118 亿美元，在美国俄勒冈州郊区再新建 5 座大型数据中心，作为该公司持续扩大并改善旗下 AWS 服务计划的一部分。具体建造计划将在未来 4-5 年内施行，首座有望于 2023 年底完工，最后一座则将于 2027 年初完成。据政府文件显示，亚马逊预计，每座数据中心成本约为 23.7 亿美元，其中 2.8 亿美元用于建筑建造，1.4 亿美元用于电力及热管理系统等支持性基础设施，19.5 亿美元用于数据中心基础设施本身。亚马逊 AWS 在俄勒冈州波特兰附近已建有 4 座数据中心，若新建计划成功实施，则公司在该州的数据中心数量将增加一倍有余。

美国牵头组织四国芯片联盟，加快国产化迫在眉睫。美国总统拜登当地时间 8 月 9 日将《2022 年芯片和科学法案》签署为法律。这一法案的中心思想是建立“芯片四方联盟”，即美国拉拢日本、韩国以及台湾地区，组建的一个以半导体和芯片产业为主的四国产业平台，其主要的目的是阻止中国芯片产业发展。

云服务维持高速增长态势，有力支撑企业级 SSD 产业。数据中心是企业级 SSD 的主要应用场景，而我国云服务的快速发展是当前国内数据中心产业增长的重要动力，云计算厂商对外提供 IaaS 服务对数据中心产生了直接需求。2020 年我国云服务市场规模达到 2256 亿元；从 IaaS/PaaS/SaaS 结构角度看，我国 IaaS 占比最大，2020 年市场规模达到 1639 亿元，占全部云服务市场规模的 70% 以上，我们预计这一结构特征在未来 3 年内不会发生根本性改变，到 2024 年我国 IaaS 服务市场规模将增至 5527 亿元。同时，近年来作为 IaaS 硬件基础的国内服务器市场也在疫情环境下基本保持了稳定的增速，相关产业的发展将对企业级 SSD 行业形成有利的支撑和推动。

图25 2018-2024 年中国云服务整体及 IaaS 市场规模

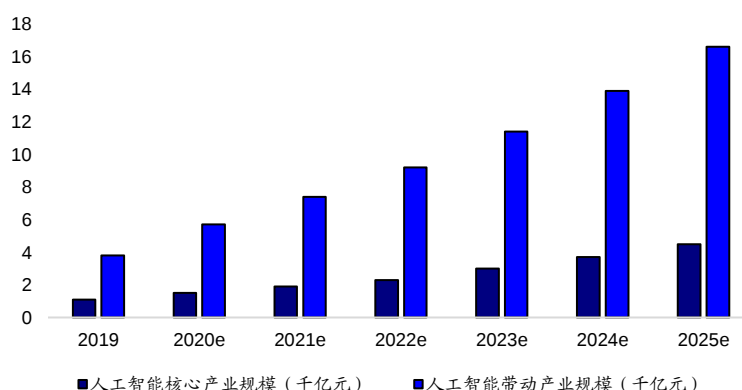


资料来源：艾瑞咨询，HTI

我国上下游企业出海共荣支持企业级存储国产化迈向新阶段。2022年9月，阿里云在国际云峰会上宣布，将继续加快海外市场布局，未来三年投入70亿元建设国际本地化生态，并在海外增设6个服务中心，分别位于波尔图、墨西哥城、吉隆坡、迪拜等地。从在新加坡设立国际总部至今，阿里云在海外的足迹已经遍及亚太、欧洲、北美、中东等多个市场，覆盖全球24个地理区域。在多个全球权威机构的报告中，阿里云均排名全球第三、亚太第一。

AI&大数据应用增长，对存储设备有刚性需求。根据艾瑞咨询，2020年我国人工智能产业预计达到超过1500亿元规模，预计到2025年这一市场规模将超过4500亿元，CAGR近27%。大数据与人工智能相辅相成，近年来以“流批一体化”和“湖仓一体化”为代表的大数据应用不断推陈出新，在提供更强大的数据分析能力的同时，对包括存储硬件在内的IT基础设施提出了更高的性能需求。企业级SSD以其高传输速度和不断增长的容量效率能够更好地服务于大数据应用，适用于行业热数据的存储，是人工智能、大数据企业购置IT基础设施时的优先选择，将在上述行业加速渗透。

图26 2019-2025 年中国人工智能核心产品及带动相关产业市场规模



资料来源：艾瑞咨询，HTI

随着国内创新大环境不断活跃，中国SSD芯片行业也需要主动抓住市场优势，利用政策、资金、人才等优势，着力强化自身。国产化才是唯一出路。当前，全球范围内SSD主控制造能力仍集中在少数IT巨头及芯片代工厂手中，国内厂商出产的主控更多集中于消费级产品，而企业级SSD主控主要由三星、英特尔、美光等国际巨头垄断。但随着中国企业级SSD市场不断增长，企业级SSD无疑是继消费级之后

的又一条出路。

APPENDIX 1

Summary

- Global traffic continues to grow explosively, further driving the rapid growth of the enterprise-class SSD market.
- Domestic substitution ushers in important opportunities and strong innovative companies with independent chip capabilities are expected to gain greater domestic share.
- Investment advice. With the scale effect of high access, high investment, and strong technology iteration in the enterprise SSD track, the strongest will be stronger in the future, and it is expected that the domestic market share and resources will be tilted to strong innovative companies with independent chip capability.
- Risk: The global macroeconomic downturn, enterprise demand is not as expected, and competition intensified.

附录 APPENDIX

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, Nathan 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，余伟民，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, Weimin Yu, 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，华晋书，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, Jinshu Hua, 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，杨彤昕，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, Tongxin Yang, 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）

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 and 601231.CH 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 and 601231.CH 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 and 601231.CH 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, 600703.CH 及 300782.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, 600703.CH and 300782.CH.

601231.CH 目前或过去 12 个月内是海通的投资银行业务客户。

601231.CH is/was an investment bank clients of Haitong currently or within the past 12 months.

英特尔半导体（大连）有限公司，英特尔产品（成都）有限公司，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 WFC.US 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。

英特尔半导体（大连）有限公司，英特尔产品（成都）有限公司，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 WFC.US 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.

WFC.US 目前或过去 12 个月内是海通的客户。海通向客户提供非证券业务服务。
WFC.US is/was a client of Haitong currently or within the past 12 months. The client has been provided for non-securities services.

海通在过去 12 个月中获得对 601231.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 601231.CH.

海通预计将（或者有意向）在未来三个月内从 688234.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 688234.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 WFC.US 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 WFC.US.

海通担任 0700.HK 及 000063.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 0700.HK and 000063.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

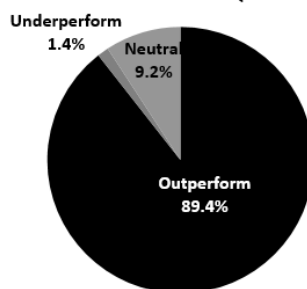
Outperform: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to exceed the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

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.

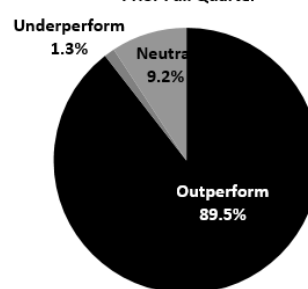
Underperform: The stock's total return over the next 12-18 months is expected to be below the return of its relevant broad market benchmark, as indicated below.

评级分布 Rating Distribution

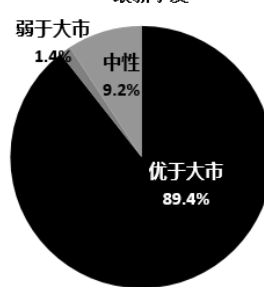
Most Recent Full Quarter



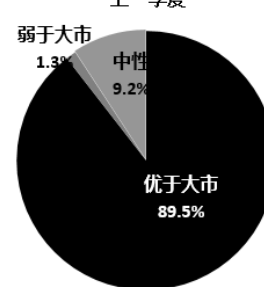
Prior Full Quarter



最新季度



上一季度



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.

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、HTISGL 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 and 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权益权益。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”）公司（废除及过度性）文书第 2016/396 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 Corporations (Repeal and Transitional) Instrument 2016/396, 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>