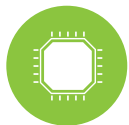


# 中国企业级固态硬盘行业发展洞察

©2021.9 iResearch Inc.



作为**IT核心基础设施**之一，存储设备随着数字经济带来的全球数据量的爆发不断演进，以满足数字经济时代用户对大容量、高性能、高可靠和高安全存储的需求。固态硬盘（SSD）是以闪存为存储介质的半导体存储器，其相对于机械硬盘（HDD）具备**读写速度快、延迟低、抗震性好**等优势，在全球硬盘市场上的出货量占比不断提高，并于2020年首次超过了HDD的出货量。



固态硬盘三大核心技术包括**闪存、主控芯片和固件**。固态硬盘自诞生以来其相关技术不断发展：闪存单元存储数据量不断提高，由1bit发展到3bit、4bit；闪存架构由2D发展到3D，且堆叠层数持续提升，由32层发展到目前接近200层；接口和主机通信技术由SATA+AHCI向PCIe+NVMe转换，而PCIe及NVMe协议标准为了满足固态硬盘产品的高速传输要求也正处于不断更新迭代之中；上述技术的不断发展也对固态硬盘厂商的固件水平及设计能力提出了越来越高的要求。



从目标市场的角度，固态硬盘产品主要分为消费级和企业级两类。企业级固态硬盘的终端客户主要分布在云计算、互联网、政府、金融和能源等行业，其对固态硬盘产品在**性能、容量、使用寿命、可靠性、兼容性和企业级特性**等方面有着更加严苛的要求。



经艾瑞核算，2020年我国企业级固态硬盘市场规模为**161亿元**，到2025年这一市场规模有望增至**489亿元**，期间**CAGR约25%**，市场增速较快；PCIe产品已经成为国内企业级固态硬盘市场增长的主要来源，2020年市场占比达到**59%**，正逐步替代SATA固态硬盘，预计到2025年这一占比将达到**90%**。



**云计算和互联网**厂商是国内企业级固态硬盘产品最主要的下游客户，2020年其需求规模占国内市场约**2/3**的比例，未来数年也将是推动市场需求增长的主力。存储行业处于**IT核心基础设施**地位，融合**新兴技术产业**带来的需求推动及固态硬盘**替代机械硬盘**的供给侧结构变化，将对企业级固态硬盘市场构成有力的增长支撑。

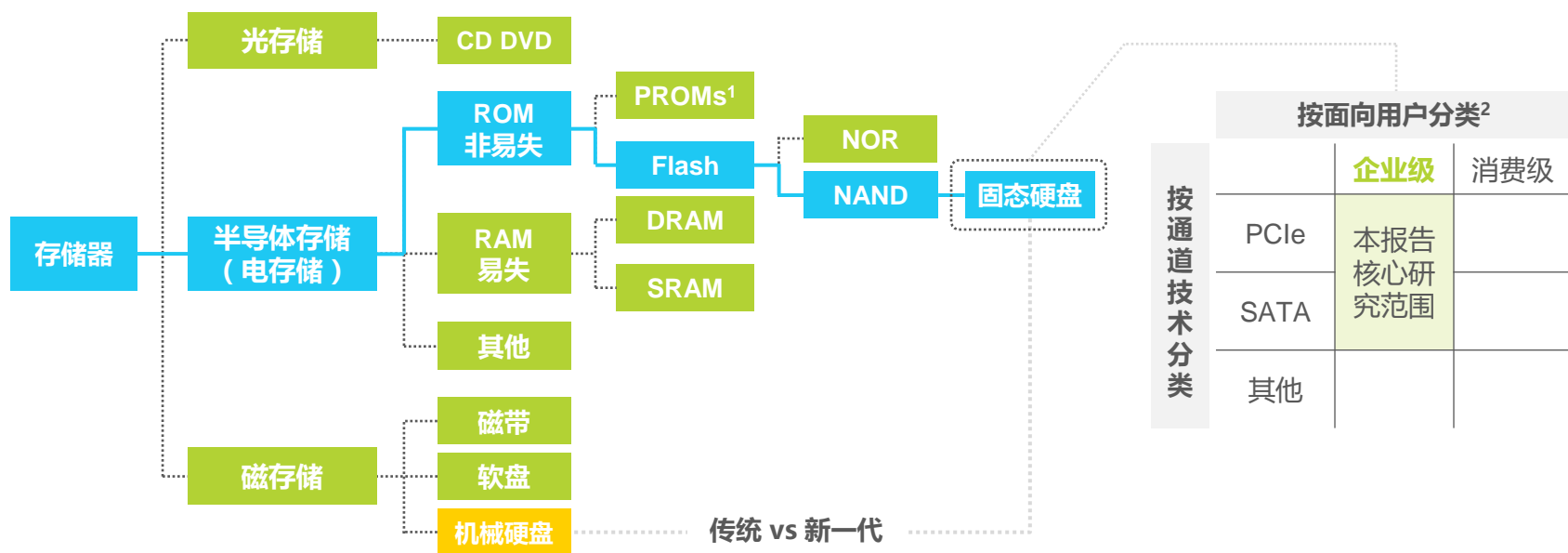


一方面，我国企业级固态硬盘市场仍将面临包括**短期供应链震荡、中美经贸摩擦以及全球市场结构变动**带来的不确定性，需要企业和市场加强研发自主性和供应链多元化；另一方面，**SCM存储介质、PLC闪存架构以及EDSFF规格**等产品技术发展也将进一步提高企业级固态硬盘满足市场多元需求的能力，进一步释放市场空间。

## 固态硬盘是以闪存为核心存储介质的半导体存储器

按核心存储介质进行分类，存储器分为光学存储器、半导体存储器和磁性存储器三大类：光学存储器利用激光在磁光材料上进行读写操作，数据不易失且耐用性好；磁性存储器是在金属或者塑料表面涂上磁性材料作为记录介质，工作时利用磁头在磁层上运动进行读写操作。ROM是半导体存储中的非易失性类别，断电后存入的数据不会消失；NAND Flash是ROM的一种，通过改变电压来对存储器中的数据进行擦除和改写。固态硬盘就是以NAND Flash为核心存储介质的半导体存储器，按用途可再分为消费级和企业级两类。本报告研究对象为企业级SSD市场。

按核心存储介质分类的不同存储器产品及三大类存储器对比



注释：1 本图中“PROMs”指代PROM、ePROM、eePROM等；2 除企业级和消费级外，SSD还有少量专门面向工业企业和车辆用的工规、车规级产品，此处省略。

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

企业级SSD行业市场背景

1

中国企业级SSD行业现状分析

2

中国企业级SSD代表企业案例

3

中国企业级SSD行业挑战与展望

4

## 1.1 存储产业环境

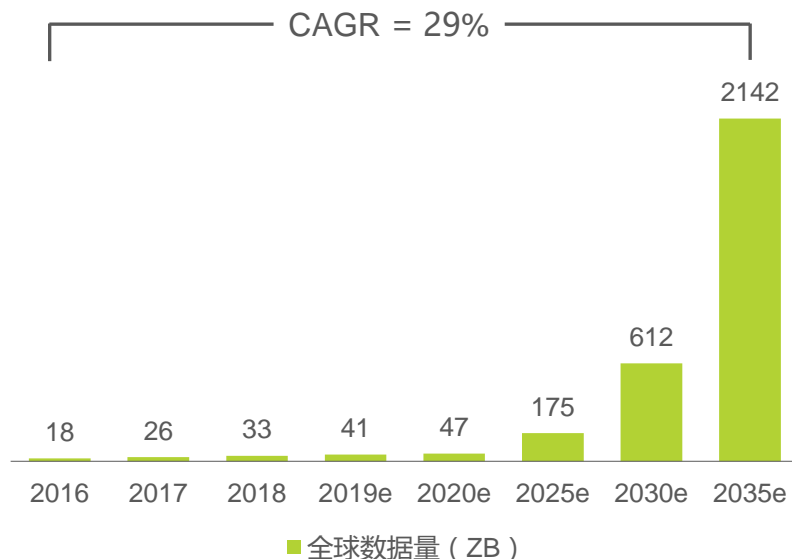
- 数字经济
- IT基础产业地位
- 全球计算机存储器演进历程
- 半导体存储市场



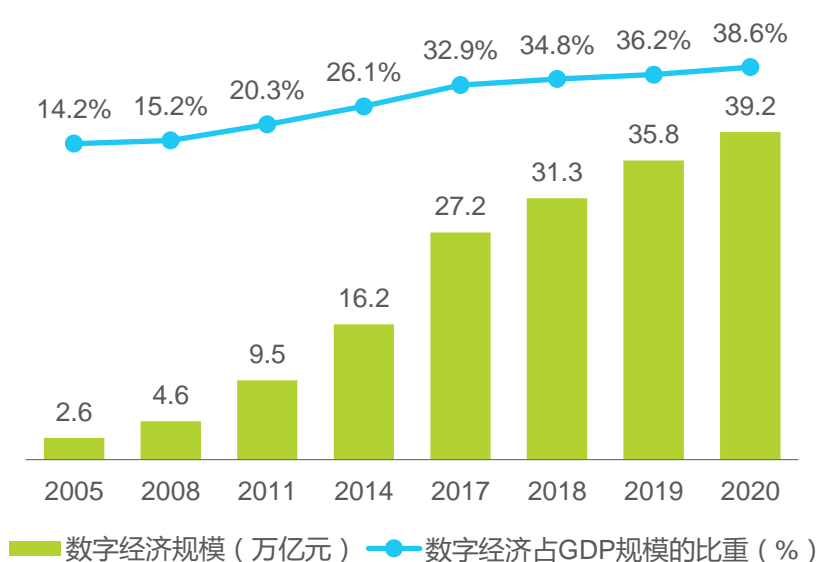
## 数字经济规模高速增长，数据量有望迎来进一步爆发

信息化的不断发展是推动存储设备演化和进步的重要动力。随着全球范围内企业数字化转型的快速发展，数据将呈现海量增长趋势；大数据、云计算、人工智能、5G通信等新兴技术的发展也在推动数据来源和结构愈加复杂多样，基于数据的新产品、新模式、新体验不断涌现，数据成为企业最重要的资产之一。预计到2035年，全球每年产生的数据量将达到2142ZB，约为2020年的45倍。与数据量规模共同增长还有上述前沿IT科技所推动的数字经济的市场规模，2020年我国数字经济规模达到39.2亿元，占当年GDP规模的比重由2005年的14.2%攀升至38.6%。数据量的增长和数字经济的繁荣所带来的对存储设备的需求具备高度刚性，而市场对数据存储质量、传输速度等性能方面不断提升的要求也推动着存储设备技术的持续进步，需求迭代与技术迭代将共同促进存储器市场释放进一步增长空间。

### 2016-2035年部分年度全球产生数据量估算



### 2005-2020年部分年度中国数字经济规模



注释：1ZB = 1024<sup>4</sup> GB

来源：中国信通院，Statista (2020)，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

来源：中国信通院 (2020)，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

## 存储器为IT基础硬件，半导体存储符合战略新兴产业标准

数字经济的发展与IT基础设施产业互为表里、相辅相成：数字应用市场的繁荣为IT基础设施带来旺盛的市场需求、增加市场关注及资本投入，推动IT底层技术推陈出新、不断进步；而IT技术的进步也有助于帮助下游企业发掘潜在市场空间、实现业务模式的创新和降本增效。一般来说，传统IT基础设施总体分为计算、存储和通信三大板块，分别以CPU/GPU，固态硬盘/机械硬盘、交换机/路由器等为核心产品。存储板块在信息产业的发展中具备先导性和需求刚性，在数字经济蓬勃发展的市场大环境下，存储行业的增长前景具备充分的想象力。同时，2010年以来国家加强对集成电路产业的引导和扶持，将其列入“新一代信息技术产业”和“战略性新兴产业”之中，半导体存储器受到政策引导和产业资本支持，将获得更广阔的发展空间。

### IT基础硬件三大核心板块及其核心产品



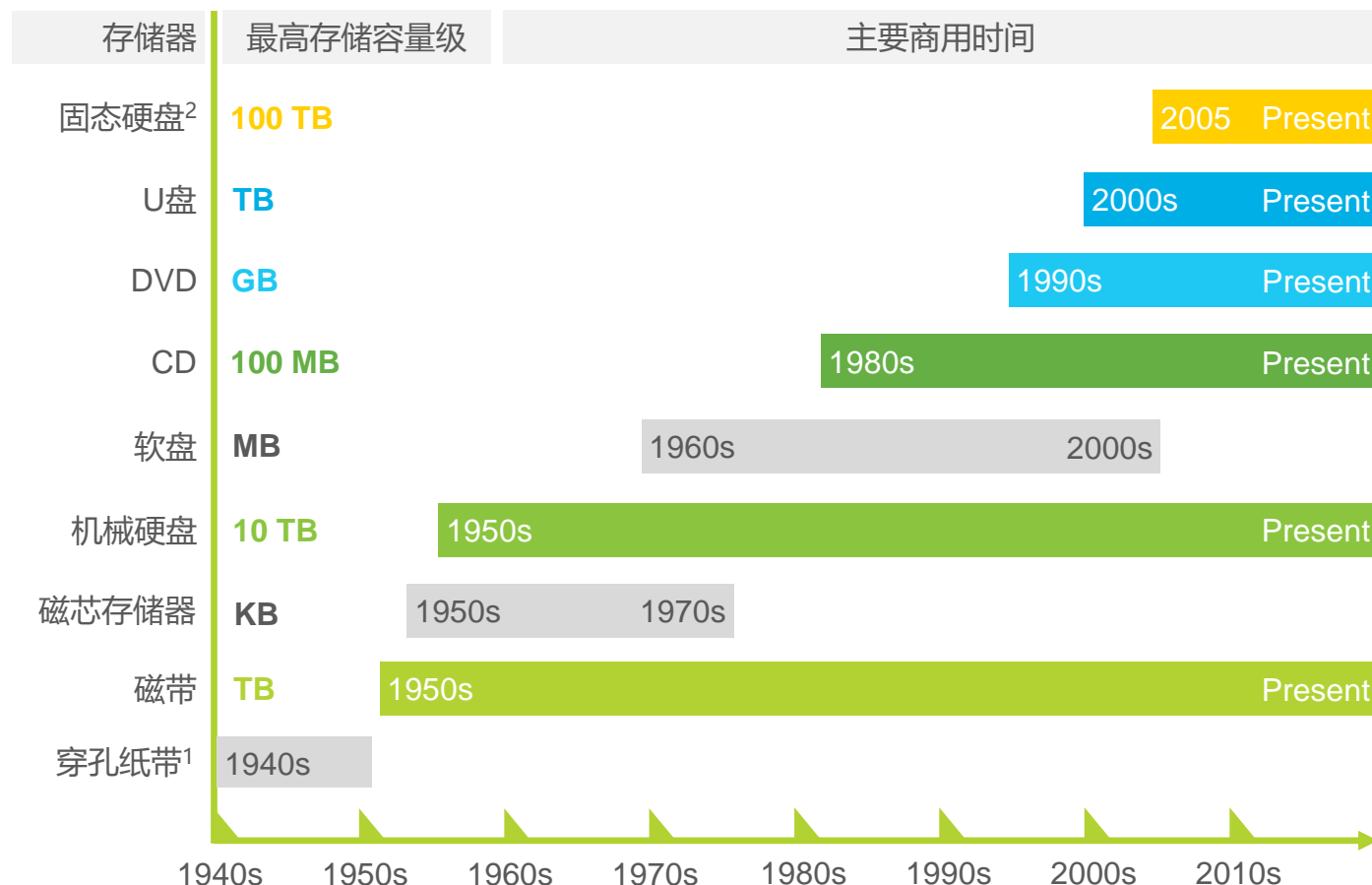
- 2010年10月国务院下发《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》，集成电路产业列入“新一代信息技术产业”受到国家战略重视
- 2020年9月国家发改委等四部门联合印发《关于扩大战略性新兴产业投资培育壮大新增长点增长极的指导意见》，进一步加强促进新一代信息技术产业发展
- 包括固态硬盘在内的半导体存储产业是集成电路产业的重要组成部分，受到政策引导将收获更广阔的发展空间

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 全球计算机外存储器演进历程

## 计算机存储介质呈现磁-光-半导体的发展路径

全球计算机外存储器演进历程



自上世纪40年代电子计算机问世以来，计算机存储设备也在随着其他硬件设备的发展和软件、数据量的不断增长处于持续的迭代更新中。整体来看，存储介质经历了磁-光-半导体的变化历程，带来的是单位存储器容量的大幅上升、数据读写速度的飞跃以及存储器单位物理体积的显著缩小。

注释：1 穿孔纸带数据容量约为不足100byte/张穿孔纸卡；2 以NAND Flash为存储介质的SSD产品的规模商用时间约为2005-2010年，其中2005年三星宣布SSD研发成功，2006年正式推出第一代产品，英特尔于2008年推出第一代SSD产品。

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

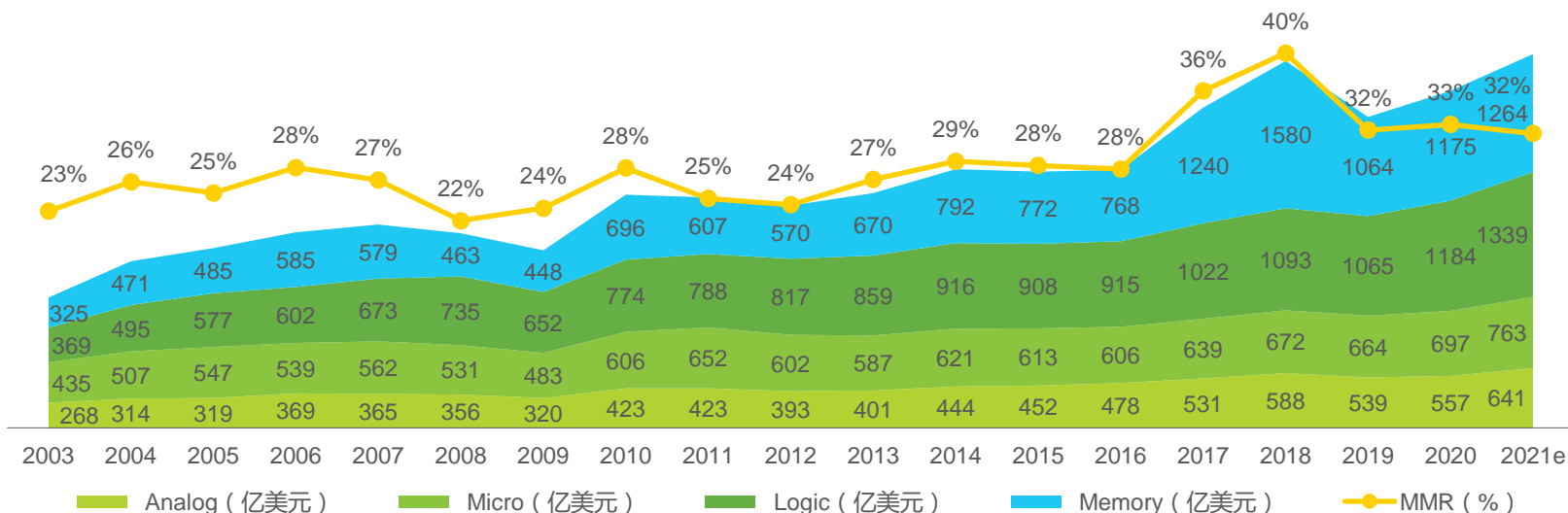


# 半导体存储市场

## 2003-2020年间存储IC复合增速领跑全球IC市场

2020年存储（Memory）集成电路市场规模达到1175亿美元，仅次于逻辑（Logic）电路位列第二；期间复合增长率约8%，位列四类集成电路第一；同期市场规模占比自23%提升至33%。存储集成电路主要由DRAM和NAND Flash两大类产品构成，前者是内存类产品的存储介质，后者是固态硬盘的存储介质。此前受到NAND Flash产能转换带来的原材料供应充裕度影响，2018年前后存储IC价格经历了先大幅上升继而迅速下滑的变动，带来了市场规模的短期波动。WSTS（世界半导体贸易统计组织）预测2021年全球集成电路市场将继续维持增长态势，增速将达到11%左右，其中存储IC市场增速约为8%；长期来看，全球范围内存储集成电路市场将保持良好的增长态势，尽管疫情的影响给半导体市场带来不确定性，全球范围内不断深化的数字化进程仍将为这一市场的增长提供有力的保障。存储集成电路是内存和闪存主要的上游原材料，其稳健的增长步伐折射出相应产品市场的强劲需求。

2003-2021年全球分产品集成电路市场规模及存储市场占比



来源：WSTS，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

## 1.2 从HDD到SSD

- 结构与基本原理解析
- 核心性能指标对比
- 全球出货量趋势
- 单位存储成本趋势
- 单盘平均容量趋势

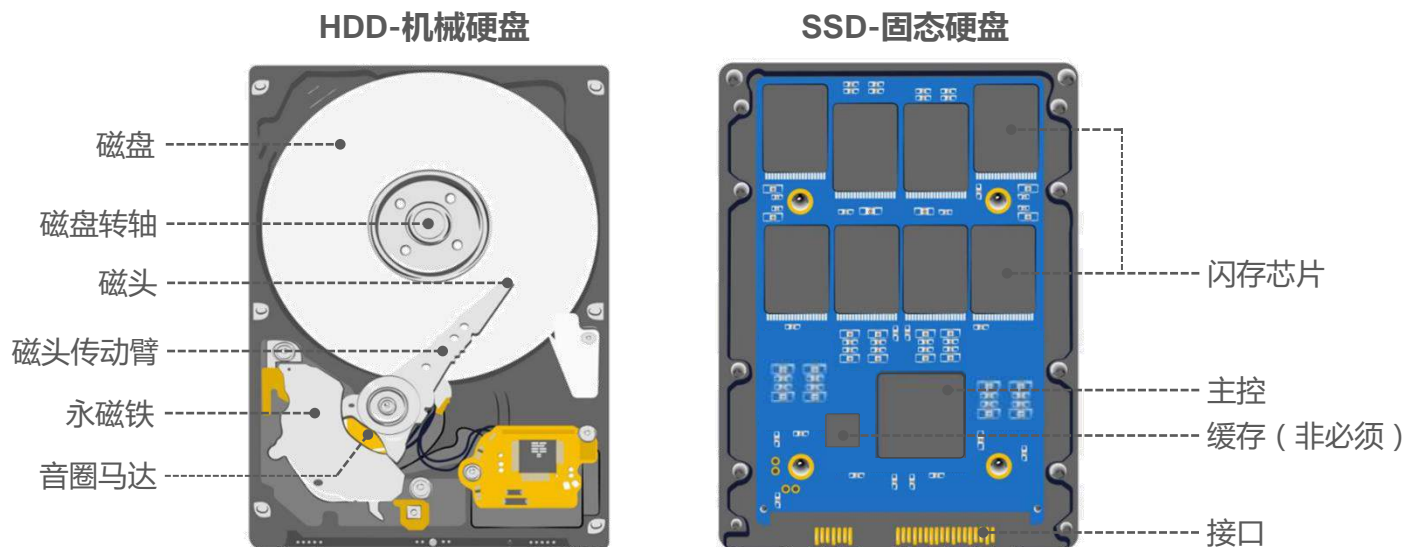


# 结构与基本原理解析（1/2）

## HDD以磁盘为存储介质，SSD以半导体为存储介质

目前常见的计算机外存储设备为HDD机械硬盘和SSD固态硬盘两大类。从机械硬盘到固态硬盘的演进是存储器领域最重要的革新之一。两类产品的内部构造有着显著的区别，机械硬盘以通常由玻璃制成的一张或者多张磁盘为核心存储介质，工作时磁盘绕主轴高速转动，产生的气流使得磁头停留在磁盘上方一个微小的距离并以磁化的方式读取磁盘上对应位置的数据——直观上看，机械硬盘的工作流程与唱片机播放唱片的过程十分相似；固态硬盘的内部没有圆形的磁盘，取而代之的存储介质是被称为闪存颗粒的半导体材料，通过主控运行固件程序来控制数据读写，工作时依靠传递电信号的方式进行数据的传输而不发生任何机械运动。

### 机械硬盘与固态硬盘内部构造示意图



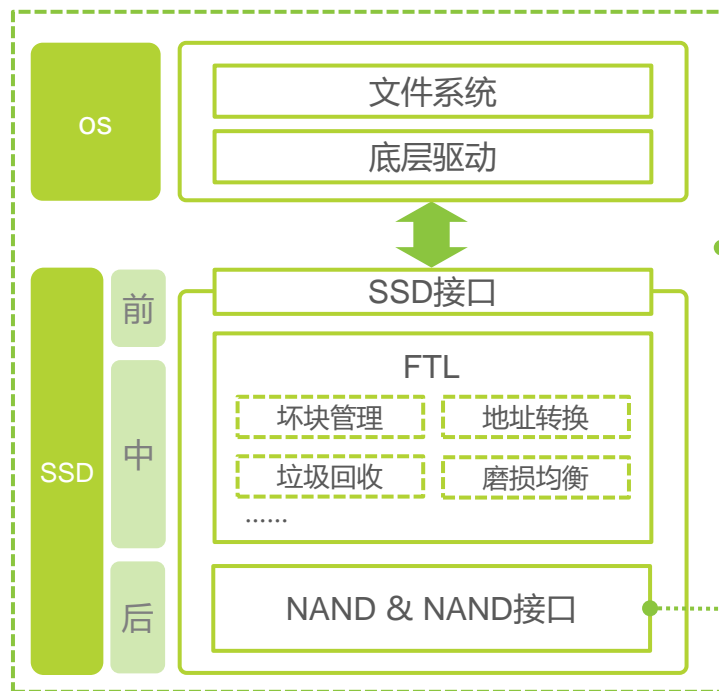
来源：图片来自Intel公开信息，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

# 结构与基本原理解析（2/2）

## SSD架构分为前/中/后端，由固件连接主机接口与存储介质

从计算机系统结构上看，主机经文件系统和底层驱动将数据命令通过接口传达给固态硬盘，数据在固态硬盘内部经FTL（闪存转换层）地址转换后实现在闪存块（NAND）中的写入和读取。其中，固态硬盘所使用的存储介质NAND Flash虽然具有速度快、单位容量大等优势，也存在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特点，需要通过FTL和固件的其他算法功能包括坏块管理、地址转换、垃圾回收、磨损均衡等算法和功能对其进行管理优化，以提升固态硬盘整体的性能、更好地满足客户对固态硬盘产品的高质量 and 性能需求。

### 固态硬盘的系统调用结构与基本工作原理&闪存特性



#### 固态硬盘基本工作原理

主机通过文件系统和驱动系统向固态硬盘发出命令，经固态硬盘处理后由前端接口向主机传输结果和数据。写入时，固态硬盘接受要写入的数据后，FTL利用地址转换功能为待写入的数据分配一个闪存地址，将数据写入到对应位置；读取时流程基本与此相反，由FTL按照地址确认数据在闪存中的位置，获取后返回给主机。

#### 闪存的主要特性及FTL（固件）的相应功能

- **逻辑/物理地址分离**：SSD中数据存储的物理位置和逻辑位置不同，需要通过FTL对两个地址进行转换，实现数据的正常读写
- **不能覆写**：闪存不能直接覆盖式写入，对于无效数据，需要FTL进行“垃圾回收”，为新写入的数据提供空间
- **寿命上限**：闪存块基本元件“浮栅晶体管”的隧道氧化层在使用过程中会逐渐磨损，需要FTL尽可能均衡分配闪存块的使用次数以延长使用寿命
- **读干扰和数据保持**：由于半导体在使用中的磨损以及电子的自然流失，存储在SSD中的数据会发生读取出错的现象，需要FTL识别并修正出错的数据

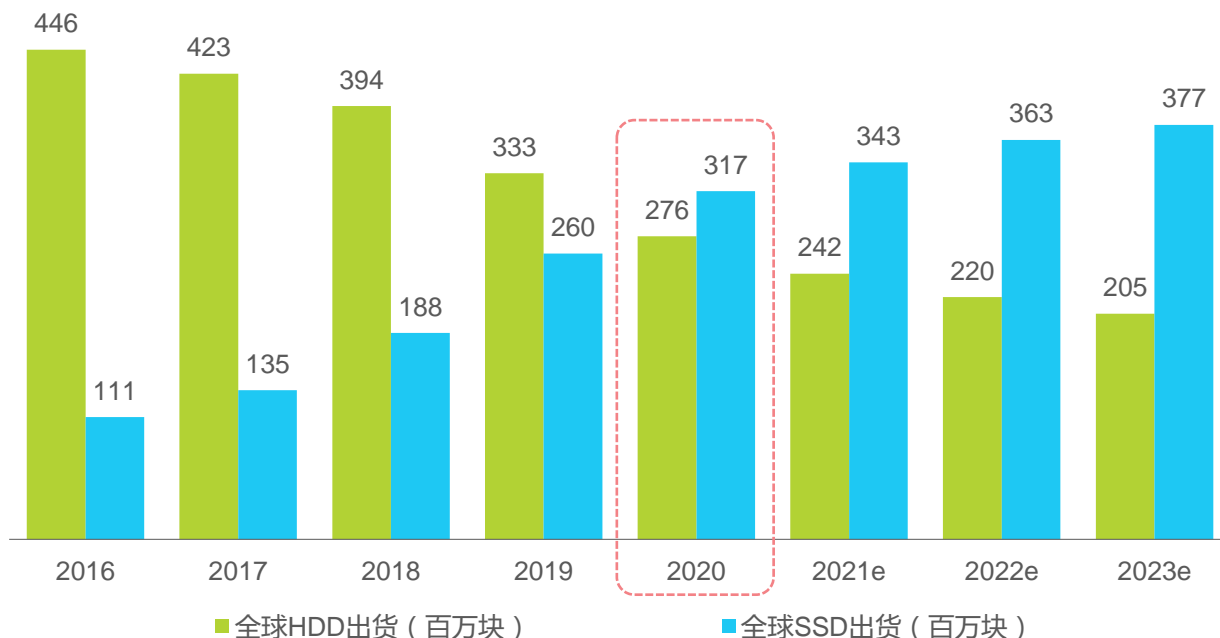
来源：艾瑞咨询研究院根据公开资料自主研究及绘制。

# 全球出货量趋势

## 2020年全球SSD出货量首次超过HDD

固态硬盘相较于机械硬盘出现较晚，市场推广早期份额较低，2015年全球出货量占比仅有不到15%。据统计核算，2020年全球固态硬盘出货量首次超过机械硬盘，2023年全球固态硬盘出货量占比将超60%，达到2015年占比的4倍以上；此外，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，预计这一趋势未来仍将持续。固态硬盘相较于机械硬盘在诸多领域有着显著的性能优势，而固态硬盘出货量占比的持续增长体现出市场对其高性能的认可，随着其价格持续优化，市场竞争力将会进一步提高，实现对机械硬盘更深层的替代。

### 2016-2023年全球机械硬盘和固态硬盘出货量



- 从机械硬盘和固态硬盘的使用场景来看，消费级的固态硬盘主要在较高性能PC和笔记本中将逐步替代机械硬盘；而在企业级领域，在高性能计算、流媒体应用等对数据保存质量、传输速度、使用频率较高的应用场景中固态硬盘产品更能够满足客户要求，在使用量上将逐步渗透传统机械硬盘的市场空间

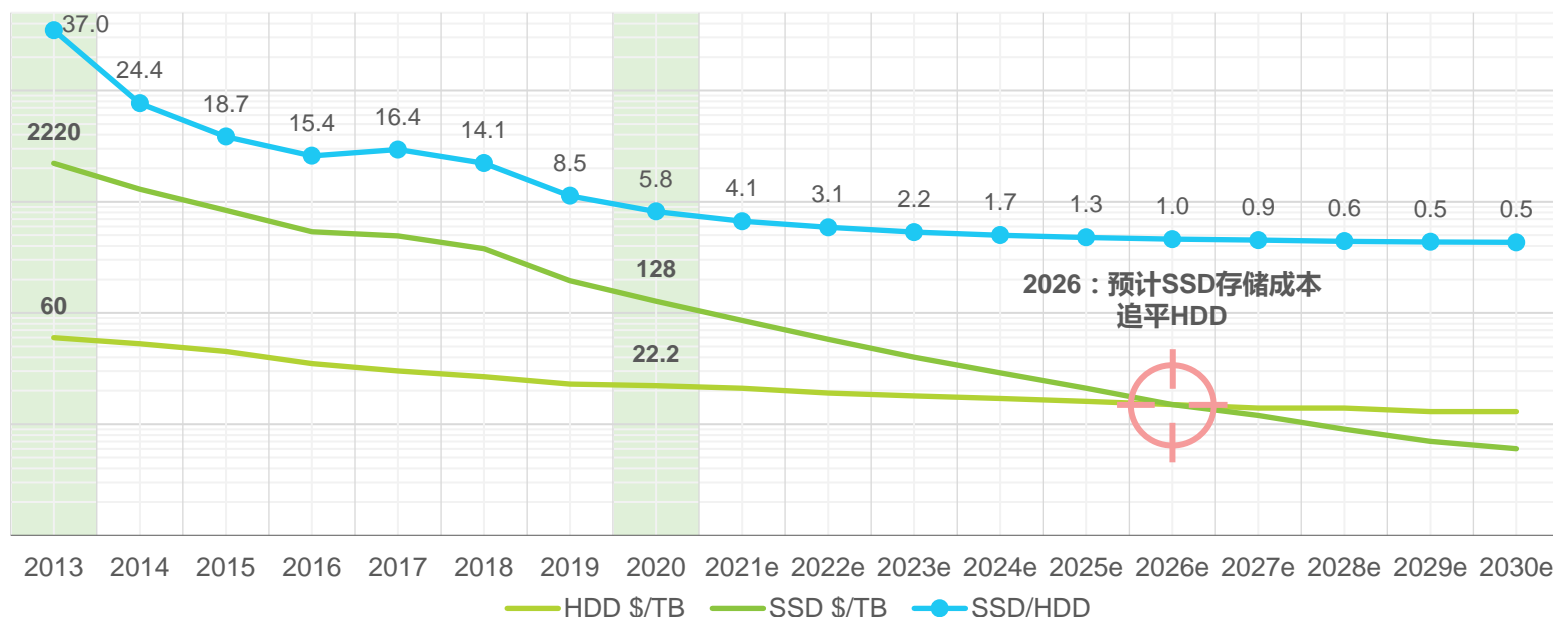
来源：1 IDC；2 Techno Systems Research，TrendFocus，艾瑞咨询研究院根据公开资料、结合艾瑞统计模型核算及绘制。

# 单位存储成本趋势

## 预计到2026年SSD存储成本有望与HDD持平

由于固态硬盘原材料成本较高、整体性能更加出色，自其进入市场以来，单位存储成本一直高于机械硬盘。全球范围来看，2013年固态硬盘平均每TB单价约为2220美元，是机械硬盘（60美元）的37倍；2020年固态硬盘每TB单价下降至128美元，平均每年（复合）降价幅度超过30%，与机械硬盘的差距也下降至6倍。除2017年左右由于原材料价格上升带来的单价上升外，固态硬盘存储成本一直处于下降中，预计到2026年固态硬盘单位存储成本将与机械硬盘持平，2026年后更有望低于机械硬盘。固态硬盘价格变动主要受原材料及下游市场的供需关系影响，存储成本的下降主要来源于全球固态硬盘产能的上升和产品技术的进步，并将直接推动固态硬盘加速替代机械硬盘。

2013-2030年全球SSD及HDD容量单价变化走势



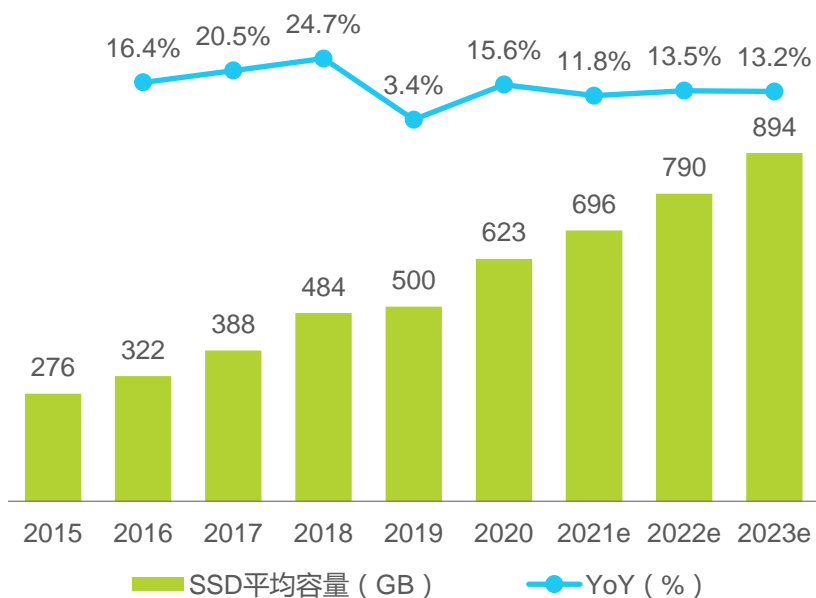
来源：Wikibon、IDC、Gartner等，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

# 单盘平均容量趋势

## 2015-2023年SSD平均容量CAGR约16%

据统计，2015年全球固态硬盘平均容量约为276GB，预计到2023年将增长至894GB，期间CAGR约为16%。固态硬盘平均容量的增长主要得益于闪存介质NAND Flash相关技术的进步，包括存储单元从SLC到QLC的演进以及3D-NAND层数的不断增加。一般来说，单块固态硬盘容量的增长也伴随着读写速度以及使用寿命的提升，随着企业对数据存储容量和质量的要求进一步提升，企业级固态硬盘产品还将进一步推陈出新。

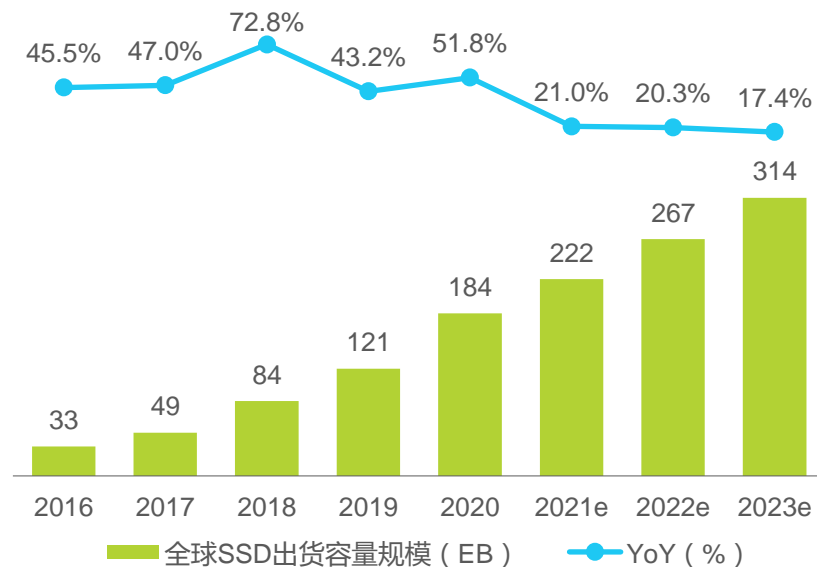
### 2015-2023年全球固态硬盘平均容量及增长趋势



注释：含企业级和消费级产品。

来源：Techno Systems Research，TrendFocus，艾瑞咨询研究院根据公开资料、结合艾瑞统计模型核算及绘制。

### 2016-2023年全球SSD出货容量规模



注释：1EB = 1024<sup>3</sup>GB。报告所列规模历史数据和预测数据均取整数位（特殊情况：差值小于1时精确至小数点后一位），已包含四舍五入的情况；增长率的计算均基于精确的数值进行计算。

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

## 1.3 SSD NAND技术

( 本节对固态硬盘核心存储介质NAND Flash的主要技术发展趋势进行了归纳和分析，内容请见本报告完整版 )

- SSD NAND技术综述
- 闪存单元存储位数
- 闪存单元存储位数的演进
- 3D NAND层数的提升





## 1.4 SSD-主机通信技术

( 本节对固态硬盘与主机连接的通信技术分类、性能、发展趋势进行了归纳和分析，内容请见本报告完整版 )

- SSD-主机通信技术综述
- PCIe的性能优势
- PCIe的技术迭代
- SSD规格的演进
- NVMe的性能优势



## 1.5 企业级SSD综述

- 企业级SSD具备突出性能
- 企业用户对SSD的核心需求
- 企业级SSD采用高可靠性设计
- 全球企业级SSD市场规模
- 企业级SSD应用场景



# 企业级SSD具备突出性能

## 企业级SSD以大容量、高速度、长寿命和稳定性满足企业数字能力需求，优化企业TCO

除高传输速度之外，企业级固态硬盘具备容量大、使用寿命长、稳定性和可靠性高等特点，在保护数据安全方面有着更好的表现，在数据中心里通常由多个企业级固态硬盘构成存储阵列，形成更大的存储空间并带来读写速度的进一步提升。企业级固态硬盘的高性能优势可以通过与消费级产品的对比体现。相较于前代的外存储器产品，高性能的固态硬盘更能满足现代企业数字化经营过程中对IT基础设施的要求，帮助企业优化TCO。

### 企业级/消费级SSD整体应用场景及性能对比



注释：1 所示性能数据仅代表量级，不代表具体产品性能指标；2 传输速度所示数据均为PCIe 3.0×4规格的固态硬盘。

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 企业用户对SSD的核心需求

## 企业对产品寿命、稳定性、数据保护价值、系统兼容性、使用体验等有更高要求

在数字经济时代，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。固态硬盘作为数据的载体，除了高传输速度和大容量之外，企业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。整体来看，企业客户更加在意产品可靠性，而闪存介质的特性在带来高速度和大容量的同时也存在相应的缺陷，需要厂商通过技术创新进行优化，更好地满足企业客户的使用需求。本章节将对企业级固态硬盘的高性能优势、高可靠设计及市场地位进行阐释和分析。

### 企业客户对固态硬盘的参数/功能需求



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 企业级SSD采用高可靠性设计

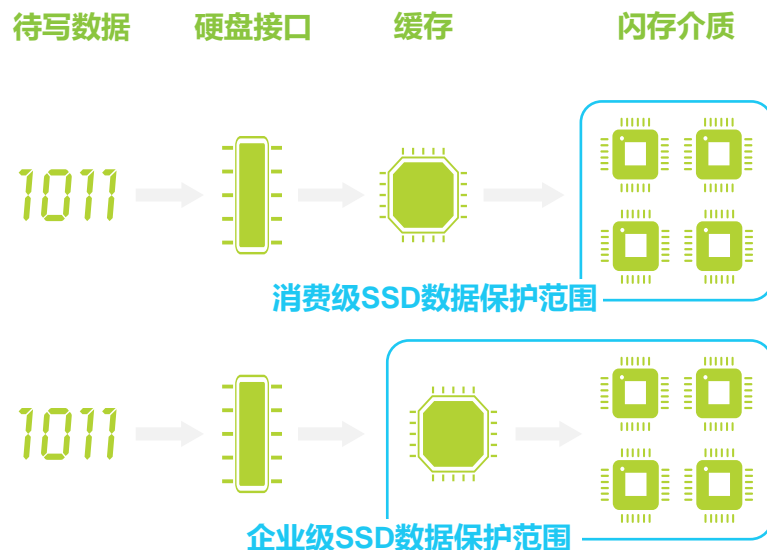
## 安全可靠、数据完整是企业级SSD的设计着眼点

JEDEC（固态技术协会）在2010年发布的行业标准文件对固态硬盘耐力测试方法和耐力工作负载做出了规范化的要求，企业级固态硬盘需要支持较重的写入工作量、更恶劣的环境条件和更低的不可修复错误比特率（UBER），可看出二者的主要差别在于对企业工作环境的适应和对数据完整性的保护。根据美光发布的消费级/企业级固态硬盘产品对比，企业级产品对于数据保护的范围更广，消费级产品的断电保护往往只能覆盖已经存入闪存介质中的数据，而企业级产品则能够覆盖到缓存中的数据。此外，采用NVMe协议的固态硬盘在数据块中加入CRC等验证信息，通过SSD主控和主机端进行数据校验，从而及时发现数据错误、实现端到端的数据保护，提升存储数据的完整性和正确性。

### JEDEC对企业级和消费级SSD的性能要求

	支持的工作环境（通电）	数据保存环境（断电）	FFR	UBER
消费级	40°C 8h/D	30°C 1年	≤3%	≤10 <sup>-15</sup>
企业级	55°C 24h/D	40°C 3个月	≤3%	≤10 <sup>-16</sup>

### 企业级SSD更重视对数据断电丢失的防护



来源：JEDEC，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

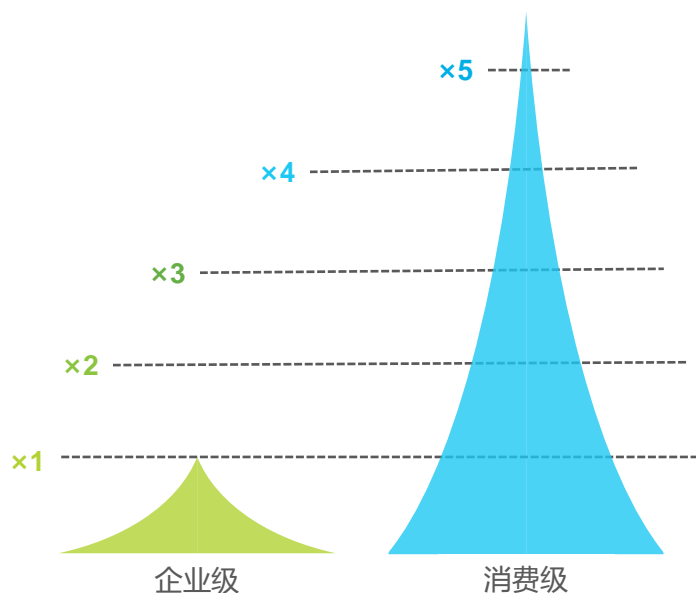
来源：美光，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

# 全球企业级SSD市场规模

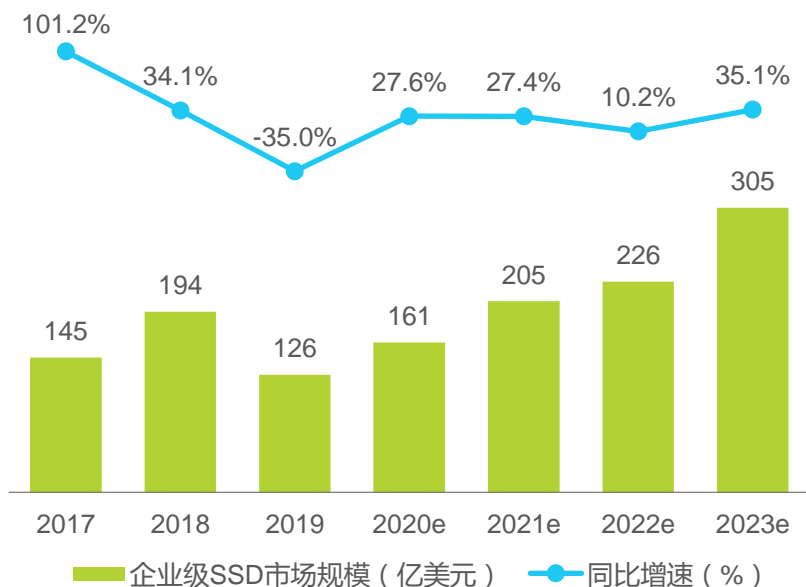
## 未来3年全球企业级SSD市场增长态势良好

消费级固态硬盘主要安装于消费电子产品如个人电脑、平板、手机等移动设备中；企业级固态硬盘主要安装于企业以及数据中心服务器中。由于我国广大的人口基数以及不断提高的居民消费水平，加之互联网服务加速普及、形式不断创新，消费电子产品普及率不断提升，为消费级固态硬盘市场创造了良好的发展环境。随着企业数字化转型进一步推进以及工业互联网加速铺开，未来企业级市场在固态硬盘市场中的地位也将提升，估计2020年全球企业级固态硬盘市场规模约为161亿美元，到2023年有望增至305亿美元，期间复合增长率约为24%。

### 2020年国内新增企业级/消费级SSD容量比例



### 2017-2023年全球企业级固态硬盘市场规模



来源：根据公开资料、企业访谈，结合艾瑞统计模型核算。

注释：报告所列规模历史数据和预测数据均取整数位（特殊情况：差值小于1时精确至小数点后一位），已包含四舍五入的情况；增长率的计算均基于精确的数值进行计算。

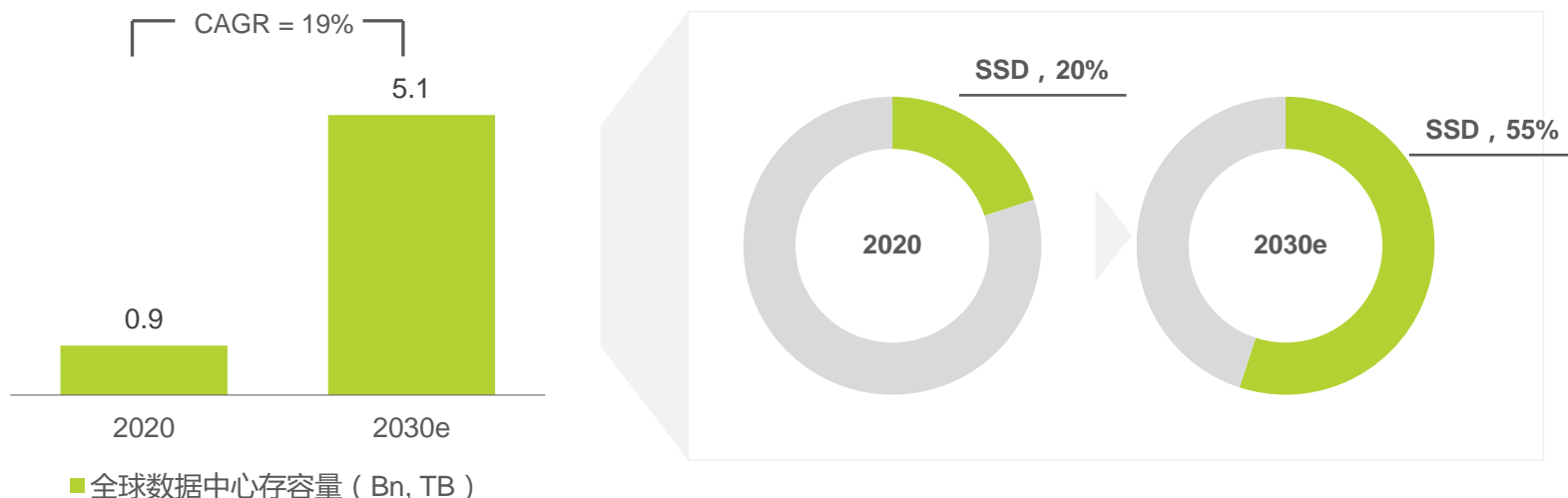
来源：BCG，根据公开资料、企业访谈，结合艾瑞统计模型核算。

# 企业级SSD应用场景

## 以云服务为渠道，企业级SSD广泛服务于流媒体、大数据分析等高性能数字化场景

随着云计算在全球范围内的不断推广，作为云服务基础IT设施的数据中心产业也将不断扩张。据全球固态硬盘行业领先企业海力士统计，2020年全球数据中心容量约为9亿TB，到2030年这一规模能达到51亿TB，期间复合增长率近20%；2020年数据中心之中有约20%的存量数据采用固态硬盘来存储，到2030年这一比例将有望提升到55%。促使固态硬盘应用于数据中心的因素包括：固态硬盘相较于机械硬盘有着更优的性能、未来数年固态硬盘的价格将会稳定下降、新兴的大数据和人工智能应用对数据通信速度的要求进一步提高等。经由云计算这一企业实现数字化转型的通用渠道，企业级固态硬盘产品广泛服务于流媒体、数据库、大规模集群计算、大数据分析以及各行业数字化等高性能应用，提升企业的数字化经营和服务能力。

2020&2030年全球数据中心容量（存量）及SSD存储空间（存量）占比的变动



来源：海力士，艾瑞咨询研究院根据专家访谈、公开资料研究及绘制。

企业级SSD行业市场背景

1

中国企业级SSD行业现状分析

2

中国企业级SSD代表企业案例

3

中国企业级SSD行业挑战与展望

4



## 01

### 国内企业级固态硬盘市场增长空间广阔，PCIe固态硬盘市场份额将持续提升

经艾瑞测算，2020年国内企业级固态硬盘市场规模为161亿元，到2025年这一市场空间有望增至489亿元，复合增速约为25%；2020年PCIe产品在国内企业级市场中的占比为59%，到2025年有望增至90%。国内企业级固态硬盘市场增长空间广阔，并将进一步由PCIe类产品主导。

2.1

## 02

### 主控、闪存、固件为核心技术，云&互联网企业为下游最主要客户群

从产业链角度上看，企业级固态硬盘整体分为硬件和软件两大部分，硬件主要包含控制器、存储芯片及模组中其他硬件部分，软件主要为固件。国内头部企业已经逐步积累技术和渠道优势，正持续加大研发投入与技术创新，有望实现竞争力的进一步增强、市场份额的进一步提升；国内企业级固态硬盘的下游客户主要位于云计算&互联网行业，运营商、金融、能源、政务等领域也存在规模化的市场需求。

2.2

## 03

### 供需侧多因素共同推动行业增长，国内厂商迎来良好发展机遇

从需求侧来看，包括企业级的人工智能&大数据、5G通信、边缘计算在内的新兴IT应用将对高质量存储设备产生大量需求；从供给端来看，固态硬盘技术进步和成本下降带来的对传统机械硬盘的替代效应将为这一产业释放可观的市场空间，而国产化替代趋势下，国内厂商也有望进一步地实现市场份额的提高。

2.3

## 2.1 市场概况

- SSD行业发展历程

- 中国企业级SSD市场规模

- 中国企业级SSD市场份额

( 本页按销售入口径对国内市场企业级SSD以及企业级PCIe SSD份额进行了量化分析，  
请见本报告完整版 )

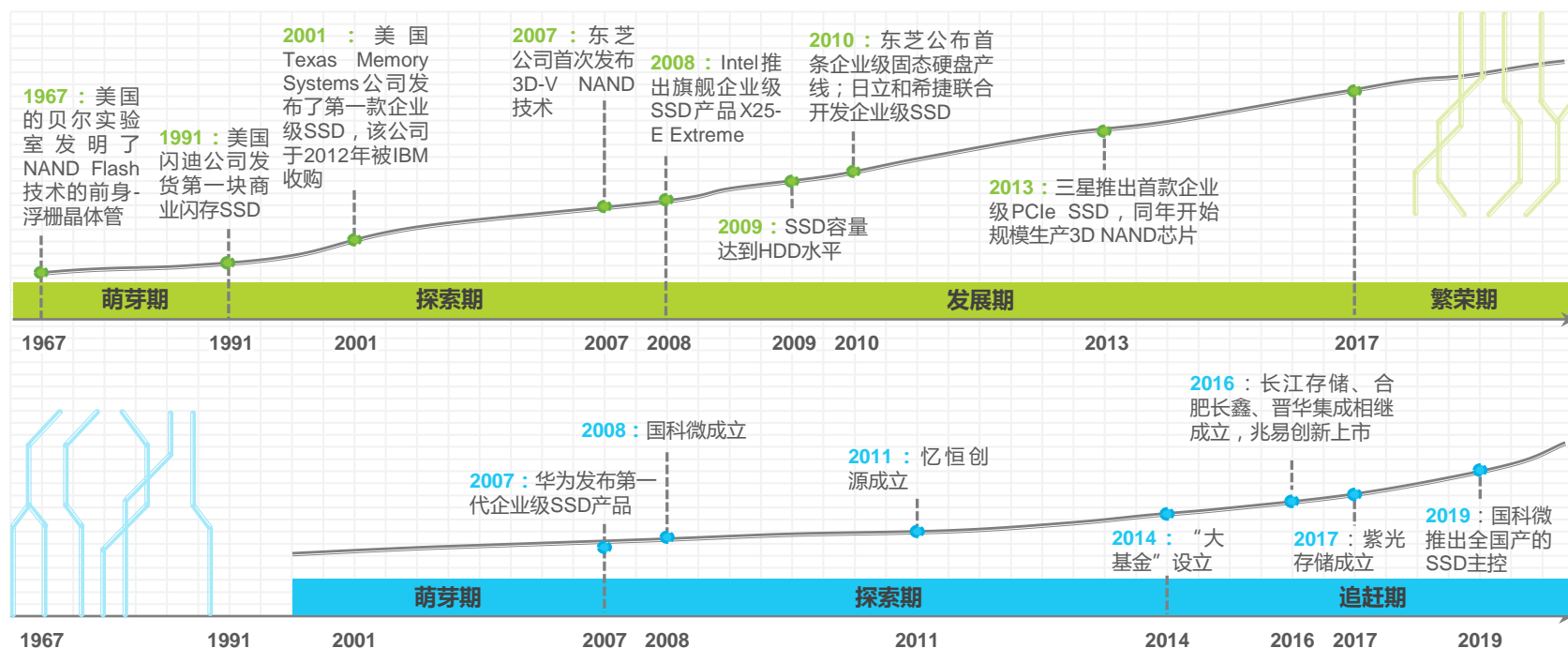


# SSD行业发展历程

## 国内企业加速追赶国际行业龙头

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，在主控、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企业。

### 全球及中国（企业级）固态硬盘行业发展历程



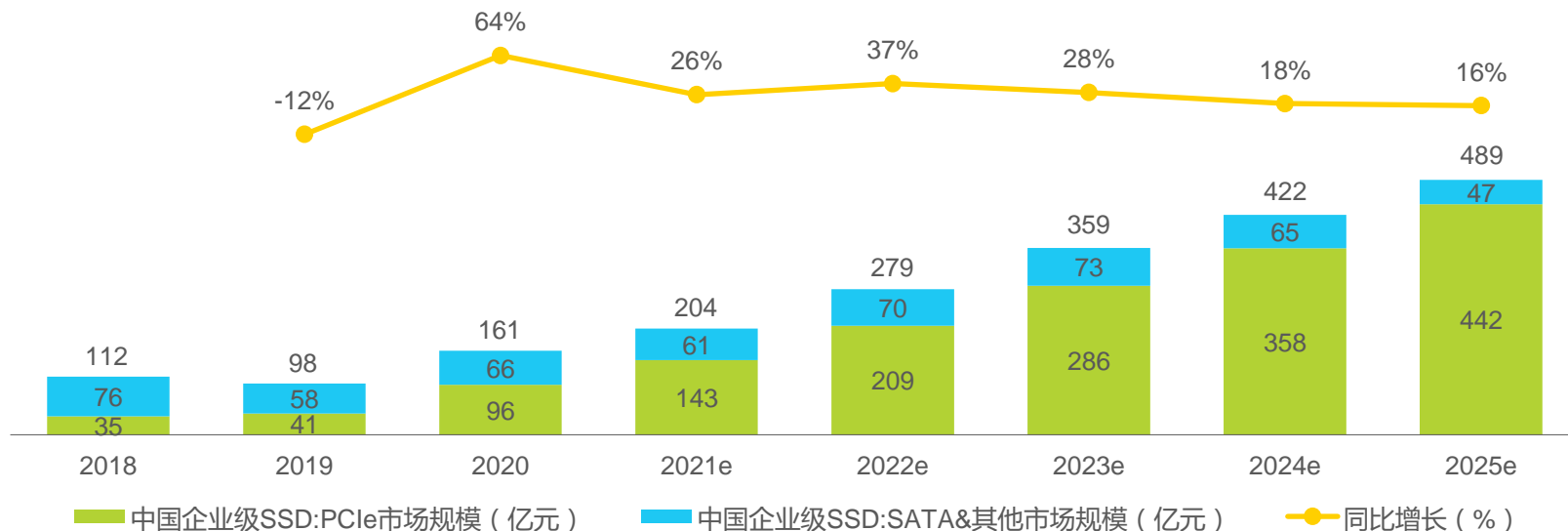
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 中国企业级SSD市场规模

## 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。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%。2019年，NAND Flash等原材料价格下降导致固态硬盘成品价格同步走低以及销量相对增长，导致当年市场规模较2018年小幅下降。2020年国内固态硬盘价格趋于平稳，且由于受到疫情影响，互联网和云服务加速渗透市场，刺激企业级固态硬盘市场加速增长。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。

2018-2025年中国企业级固态硬盘市场规模及同比增速



注释：报告所列规模历史数据和预测数据均取整数位（特殊情况：差值小于1时精确至小数点后一位），已包含四舍五入的情况；增长率的计算均基于精确的数值进行计算。  
来源：根据公开资料、企业访谈，结合艾瑞统计模型核算。

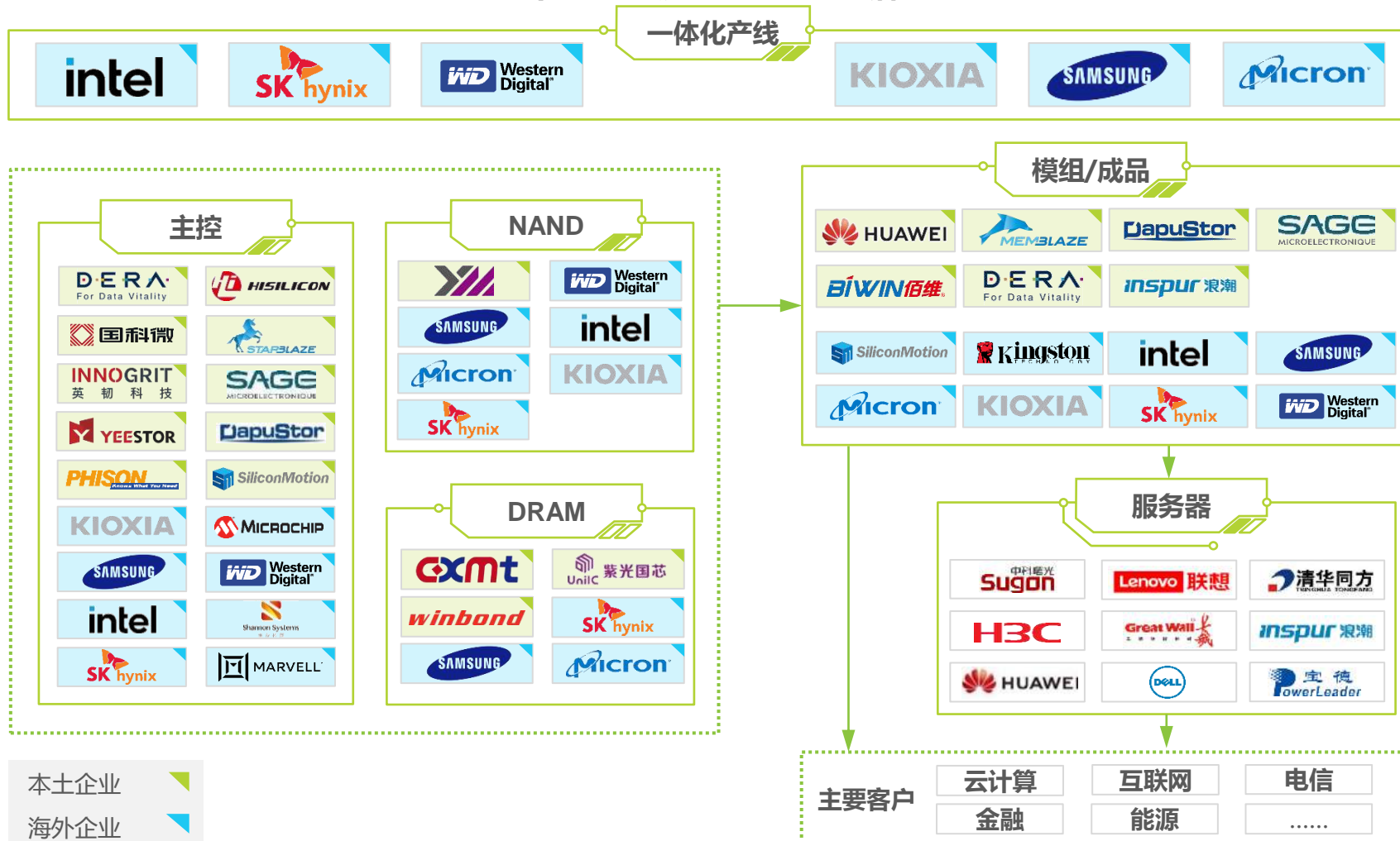
## 2.2 产业链透视

- 中国企业级SSD产业链
- 主控/控制器
- 闪存
- 固件
- SSD其他硬件
- 中国企业级SSD下游行业结构
- 中国企业级SSD下游需求分析



# 中国企业级SSD产业链 ( 1/2 )

中国企业级SSD产业链图谱



注释：1 厂商排名不分先后；企业级固态硬盘产线主要为设计，省略代工制造环节；2 英特尔及另两家厂商无自有企业级DRAM产品，考虑到其在固态硬盘其他关键领域有着完整的产业布局且DRAM在固态硬盘中成本占比相对较小，仍将其视作具备一体化生产能力的企业；3 “模组/成品”包含后文所述“固件”以及“SSD其他硬件”两部分。






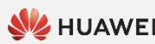
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 中国企业级SSD产业链（2/2）

## 横向视角洞察各厂商围绕价值链的业务布局

从单个厂商在企业级固态硬盘产业链布局的角度上看，国内市场上主要有六种业务布局模式：包括能够一体化完成固态硬盘所有设计和生产流程的IT龙头企业——主要包括六大NAND原厂（其中部分厂商无自主DRAM），以及部分专注于固态硬盘部分硬件/软件核心部件生产的企业，此外还有部分厂商拥有跨各部件领域的业务布局，或是将下游的服务器生产也纳入业务版图。目前国内尚无企业能够实现固态硬盘全产线自主，但在各部件的独立领域中均有头部企业具备一定的市场竞争力，通过业务合作和生态布局，有望进一步拓宽业务布局及市场覆盖度。

### 当前国内企业级固态硬盘企业业务布局分类

	NAND	控制器	模组	服务器	代表厂商
一体化：SSD全产线					
专业化：NAND					
专业化：控制器					 英 韧 科 技
专业化：模组					
组合：控制器+模组					 MICROELECTRONIQUE
向下游服务器延伸					

注释：1 长江存储以NAND为SSD核心业务领域，除此之外在SSD模组领域也有一定业务布局；2 本页省略DRAM。

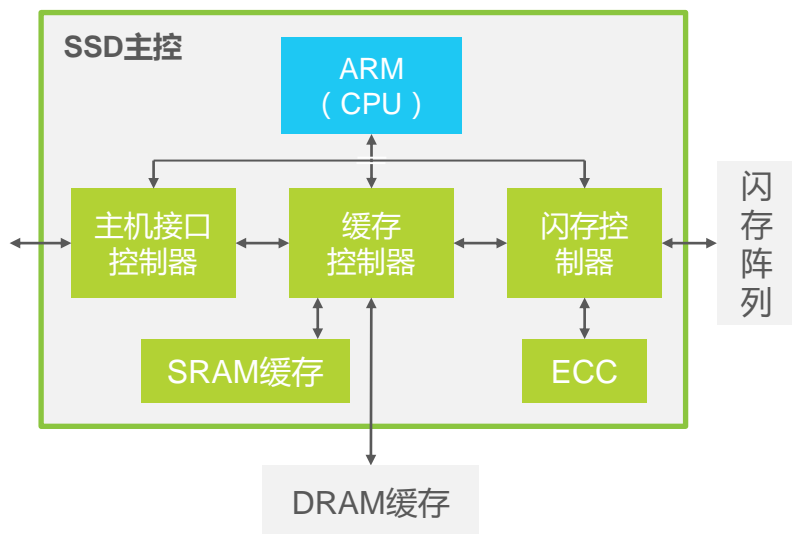
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 主控/控制器

## 企业级SSD主控主要由美满、微芯、三星等龙头供应

主控/控制器（Controller）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，在固态硬盘中的作用可类比于计算机CPU（主控内部也有自己的CPU芯片），对固态硬盘的性能、使用寿命及可靠性有重要影响，是固态硬盘的三大核心技术之一。从硬件外观上看主控是一块硅基半导体芯片，其生产流程也与其他芯片一样总体分为设计、制造、封装测试等环节。目前全球范围内固态硬盘主控的制造能力仍集中在少数IT巨头及芯片代工厂手中，而部分国内厂商在设计方面已经有所建树。从成品角度看，国内（包括中国台湾）企业出厂的主控更多集中于对性能要求较低的消费级产品，企业级固态硬盘主控主要由美国的美满（Marvell）、微芯（Microchip）以及韩国的三星（SAMSUNG）等国际巨头提供，部分国内企业如英韧科技、得瑞领新等具备企业级固态硬盘主控的设计能力。

固态硬盘主控内部架构示意图



美满企业级固态硬盘主控88SS1098



来源：艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

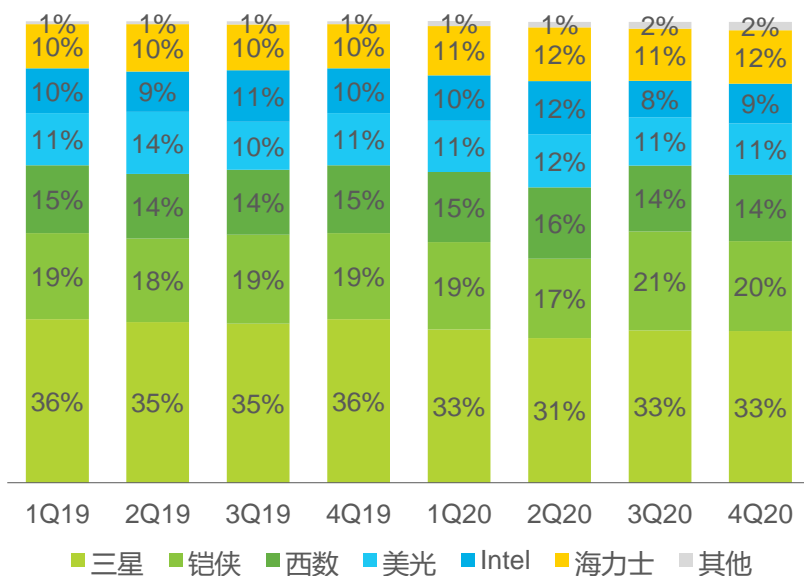
来源：Marvell，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。



## 三星、铠侠、西数份额领先，价格受供需影响存在波动

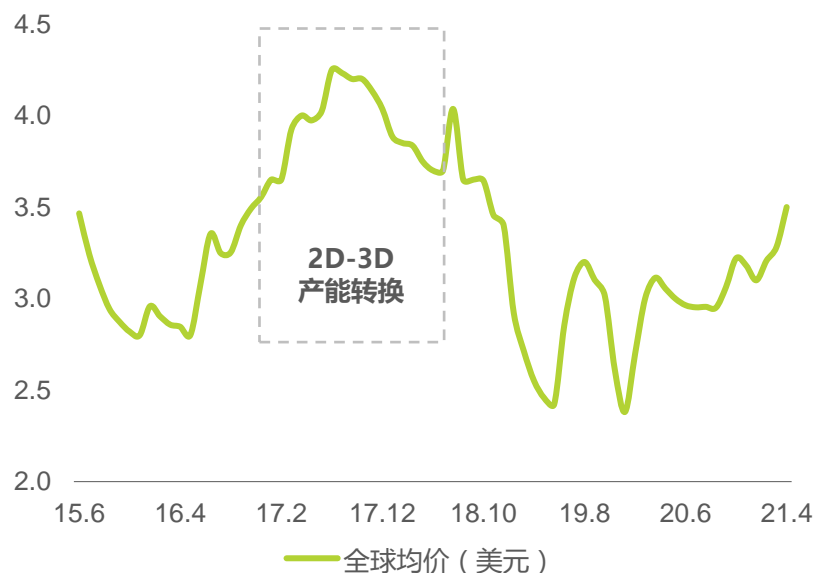
闪存是固态硬盘的存储介质，是固态硬盘的三大核心技术之一。从全球市场来看，三星、铠侠、西部数据、美光、Intel以及海力士六家公司合计占据了全球NAND Flash市场99%左右的份额，其中三星以超过30%的市场份额稳居第一、具备较大优势，铠侠和西部数据分别以约20%和15%的市场份额位列第二和第三。从成本结构上看，闪存占固态硬盘总成本的比重较大，达到70%以上，其价格变动对SSD成品的价格影响最为显著。2017年上半年由于主要厂商开始尝试新型产品线导致短期产能下降、价格大幅上升，后随着供应商产能恢复，闪存价格在2018-2019年期间呈现大幅下降趋势，2020年价格趋于稳定，2021年初受半导体供需关系影响价格有上涨趋势。

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



来源：Statista (2021)，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

2015年6月-2021年4月美光64G MLC闪存颗粒现货全球均价



来源：Choice，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

## SSD三大核心技术之一，专为闪存介质特性设计

固件是固态硬盘出厂自带的一类算法的合称，是固态硬盘的三大核心技术之一，如果将固态硬盘类比为计算机，固件算法则是它的核心操作系统和基础软件。作为一种磁存储介质，NAND Flash修改数据时不能覆写，必须先擦除才能重写，其数据擦除不是以单个的字节而是以一定大小的区块为单位，且每次擦除都会对半导体材质产生磨损，因此闪存介质具备有限的理论寿命。固件专门针对闪存介质的特性设计，用以执行数据存储和维护，包括映射管理、数据纠错等，对固态硬盘的读写速度、数据安全以及使用寿命有重要的影响。伴随闪存向QLC及更高单元存储位数演进、3D堆叠层数持续提升，固态硬盘产品对固件的性能要求将持续提升。

### 闪存特性及对应的固态硬盘主要固件算法功能

#### 映射管理

闪存不能覆写，需要擦除才能重新写入，主机存入的数据并非存入固定的位置，可能分配到任何空间。映射管理算法负责**逻辑地址和物理地址的转换**，将数据分配到位

#### 数据纠错

闪存中的存储单元可能出厂时就是坏的，在使用过程中也会不断老化，影响存储数据的可靠性，数据纠错算法用于对误存的数据进行纠正，**保证数据的完整性和正确性**

#### 垃圾回收

由于闪存不能覆写，随着数据写入，之前写入的或是已被标记删除的数据就成为无效数据，垃圾回收算法负责对这些无效数据进行回收，**腾出空间**来写入新的数据



#### 功耗控制

耗电是IDC的主要运营成本，尽管固态硬盘较机械硬盘耗电量较低，但仍有优化空间。功耗控制算法能够在硬盘用量较少时自动切换低功率模式，**降低耗电量、节约成本**



#### 掉电保护

固态硬盘存储过程中数据要经过内置的缓存/内存，二者为易失性存储器，在异常断电时，掉电保护机制可以启动电容电量将数据快速写入闪存，**防止缓存和内存中的数据丢失**



#### 损耗均衡

由于每个闪存块都有一定的最大使用度，**延长整块固态硬盘寿命**的方法是让每个闪存块均衡使用，防止部分块集中损坏造成整块固态硬盘报废，这是损耗均衡算法的功能

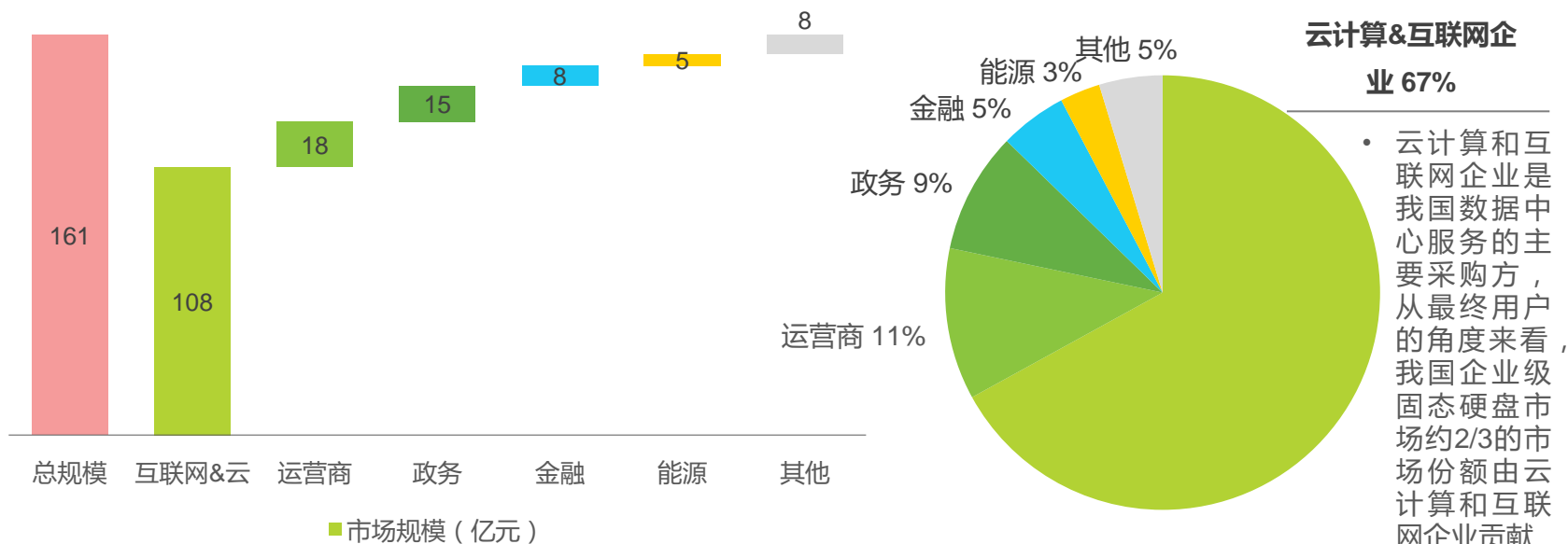
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 中国企业级SSD下游行业结构

## 云&互联网企业为企业级SSD最主要客户群

按采购金额核算，2020年我国企业级固态硬盘下游客户主要来自云计算及互联网行业，占总市场规模的份额达到67%，电信运营商（11%）以及政务（9%）行业随后，其余行业还包括金融、能源、制造业等。当前我国云服务与互联网服务行业均处于繁荣发展阶段，技术更迭与需求释放共同作用，促进市场规模加速增长。预计未来几年内，云计算与互联网企业仍将是国内企业级固态硬盘绝对的购买主力，针对上述企业业务需求、能够提供高读写速度与大容量存储产品将更具备市场竞争力；同时，完备的渠道建设以及稳定的客户关系也将有助于厂商收获云计算与互联网企业的订单。

2020年中国企业级固态硬盘客户行业结构（按采购金额口径）



来源：根据公开资料、企业访谈，结合艾瑞统计模型核算。

## 2.3 行业增长动能

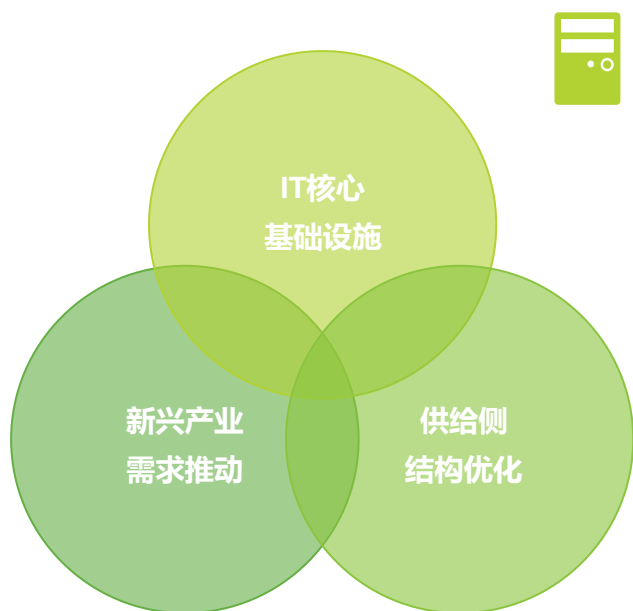
- 行业增长动能综述
- 半导体产业环境良好
- 下游市场高景气度
- 新兴技术应用创新



## 位居IT基础设施核心领域，供需侧多因素推动行业增长

固态硬盘作为IT核心基础硬件设施的一种，在国内数字经济高速发展、信息化程度不断加深的大背景下将获得广阔的成长空间。从需求侧来看，包括人工智能&大数据应用、5G通信、边缘计算等在内的新兴科技应用将对高质量存储设备产生大量需求；从供给端来看，固态硬盘技术进步和成本下降带来的对传统机械硬盘的替代效应将为这一产业释放可观的市场空间，而国产化替代趋势下国内厂商有望逐步实现市场份额的提高。本报告已在前文中对国内数字经济环境、固态硬盘对机械硬盘的替代因素进行了阐释，本节内容将就其他行业增长动能进行分析。

### 中国企业级固态硬盘市场推动因素综述



#### IT核心基础设施

- 作为传统ICT核心基础设施的关键硬件，企业级SSD市场在国内数字经济大环境下增长空间广阔
- 作为新型IT基础设施，云计算及相关的服务器市场增长也将推动企业级SSD需求的增长



#### 新兴产业需求推动

- AI&大数据应用在运行中需要对海量数据进行高速处理；5G进一步渗透后带来连接数、通信速度以及相关应用的大幅提升；边缘计算在云服务中的份额将在未来几年大幅提高，而边缘侧计算将100%使用固态硬盘
- 新兴技术应用将对高性能存储提出更高需求，利好国内企业级SSD产业



#### 供给侧结构优化

- 在企业数据量激增的大背景下，固态硬盘相对于机械硬盘的性能优势以及存储成本不断下降的大趋势使其将在产业市场中占有越来越大的比重
- 近年来中美贸易摩擦及全球供应链不稳定性增加促使国内计算机基础设施产业加强自主研发，为国内企业级SSD厂商提供了充分的竞争机会

# 半导体产业环境良好

## 受政策利好驱动，国内IT产业迎来黄金发展期

半导体产业一直受到我国政策的大力支持，而自2015年《中国制造2025》提出以来，提高科技产品自制率与设备和材料的供货能力、丰富知识产权与设计工具也一直是国内IT产业政策的重点，中美贸易摩擦更使得包括半导体在内的先进制造产业能力受到更多关注。目前，在企业级固态硬盘行业中，国内企业在模组、主控以及闪存芯片等领域已经具备一定自主研发和制造能力，受益于供应链替代需求，深耕行业、具备研发积累的企业有望迎来增长。长期来看，在“产学研”三方助力下，国内的IC设计厂商也将会拥抱更大的行业空间。以2020年国务院发布《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》为信号，国内市场未来将进一步优化产业发展环境、提升产业创新能力和发展质量，包括企业级存储在内的诸多IT领域都将迎来黄金发展期。

### 近年来促进国内半导体产业发展的政策梳理

2011年8月，国务院印发《**进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策**》，提出从财政、投融资、研发、进出口、人才、知识产权和市场等多方面支持我国集成电路产业的发展缩小与发达国家在这一领域发展水平的差距。

2015年5月，国务院印发《**中国制造2025**》，这是我国实施制造强国战略第一个10年的行动纲领，提出要坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展，加快从制造大国转向制造强国，包括半导体存储在内的“新一代信息技术”被列入重点发展领域。

2016年7月，国务院发布《**国家信息化发展战略纲要**》明确提出要“夯实基础设施，强化普遍服务”，将“泛在先进的基础设施”视为“信息化发展的基石”。半导体存储设备作为高性能存储的代表，属于信息领域关键的先进基础设施。

2016年9月，国务院发改委发布《**战略性新兴产业重点产品和服务指导目录（2016版）**》明确将固态硬盘列入“下一代信息技术产业”分类下的“下一代信息网络产业”之中，同时也在“集成电路”产业中提及半导体存储器。

工信部发布《**推动企业上云实施指南**》，国家、地方政策稳步推进，云计算的发展是推动数据中心及企业级存储市场增长的重要动力；同年，受华为、中兴事件影响，国家开始着力解决上游核心技术受制于人的现状，进一步优化关键领域企业的发展环境。

2020年7月国务院发布《**新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策**》，再次重申了发展集成电路产业对国民经济进步以及信息化建设的重要意义并在2011年版本的基础上添加了“国际合作”层面的支持和政策引导。

2011

2015

2016

2018

2018

2020

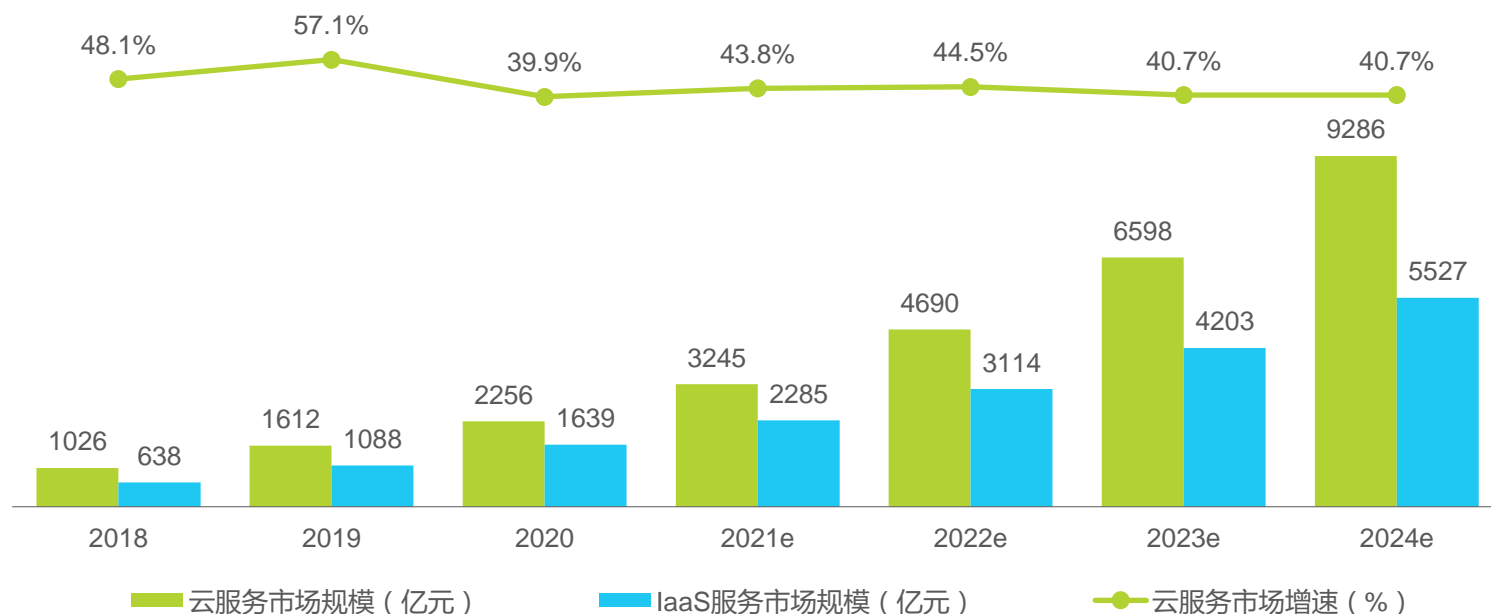
来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 下游市场高景气度

## 云服务维持高速增长态势，有力支撑企业级固态硬盘产业

数据中心是企业级固态硬盘的主要应用场景，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结构角度上看，我国IaaS服务占比最大，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，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存储行业形成强有力的支撑和推动。

### 2018-2024年中国云服务整体及IaaS市场规模



来源：艾瑞咨询《2021年中国基础云服务行业数据报告》。

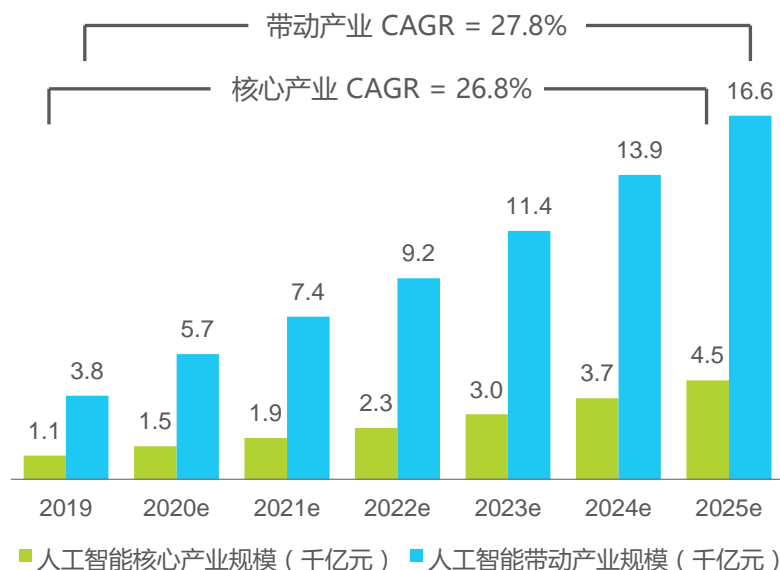


# 新兴技术应用创新 ( 1/3 )

## AI&大数据应用增长，对存储设备具有刚性需求

2020年我国人工智能（核心）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%。从技术层次上看，人工智能产业链可以分为基础层、技术层和应用层，包括存储在内的数据服务位于基础层，对技术和应用进步起到支撑作用。大数据产业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。企业级固态硬盘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。

### 2019-2025年中国人工智能核心产品及带动相关产业市场规模&CAGR



来源：艾瑞咨询《2020年中国人工智能产业研究报告（Ⅲ）》。

### 人工智能对数据服务的需求趋势

1

#### 需求变化

人工智能算法模型基本达到阶段性成熟，随着AI落地行业的趋势，适应于AI应用的软件+硬件（固态硬盘等）一体化解决方案需求增长

2

#### 存量市场

AI基础数据服务需求成为常态，主要需求方稳定，数据需求量保持稳步增长，对数据存储产业形成稳定支撑

3

#### 增量市场

随着AI落地传统行业，以及IoT设备的普及，人工智能的应用场景越来越丰富，需求方类型也在逐年增加，具有广阔的想象空间

来源：艾瑞咨询《2020年中国AI基础数据服务行业研究报告》。

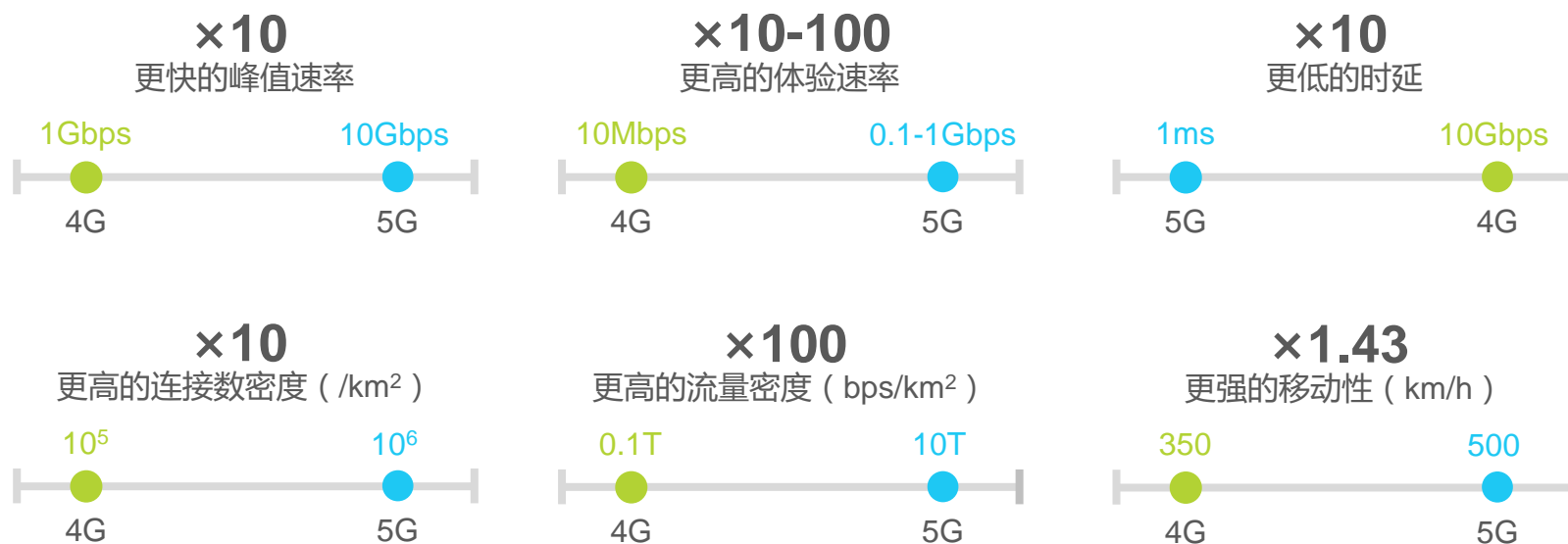


# 新兴技术应用创新 ( 2/3 )

## 5G高速通信进一步刺激高速固态硬盘市场需求

2019年是我国5G商用元年，2020年虽受到疫情影响，我国仍保持了5G建设的高速步伐。目前我国5G用户数已经超过4亿，随着5G基础设施进一步完善以及5G网络资费进一步降价，我国的5G市场还有较大的渗透空间。从客户的角度看，5G带来了更快的数据传输速度和更低的时延；从互联网服务企业的角度来看，5G时代的连接数密度和流量密度都将出现10倍增长，从而对后台数据存储和处理能力提出更高的要求，固态硬盘——尤其是应用PCIe固态硬盘对互联网企业的需求刚性将进一步增强。

### 5G通信较4G带来性能、连接密度和流量密度等的提升



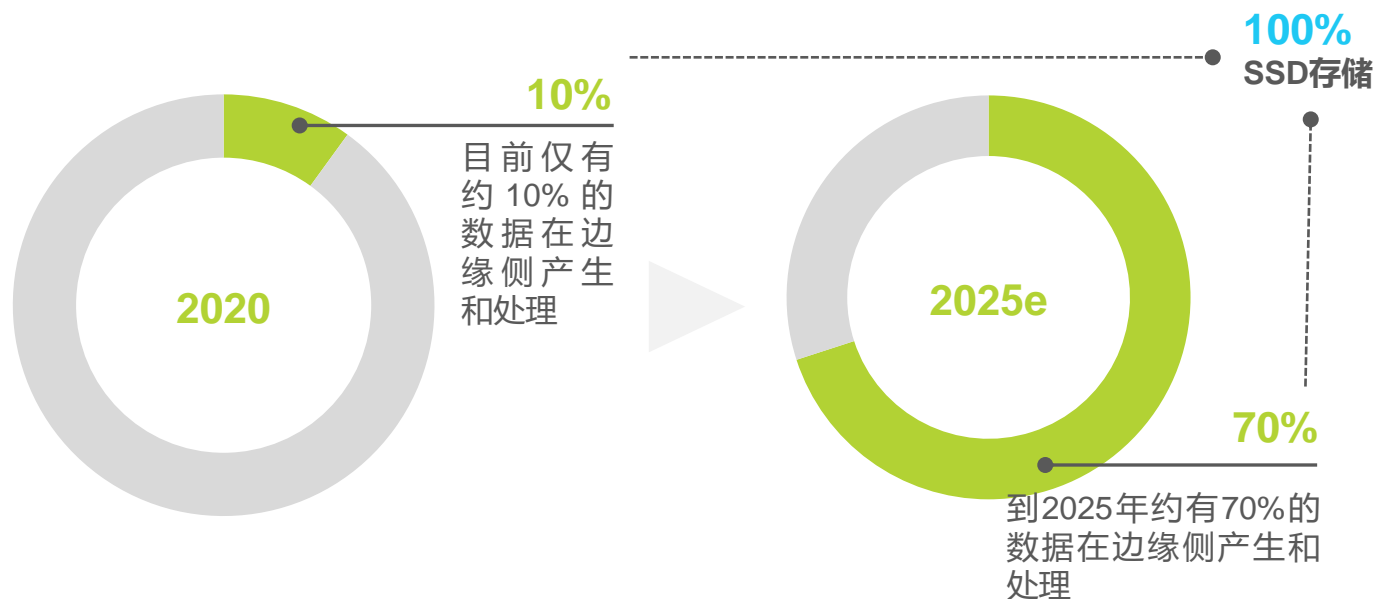
来源：艾瑞咨询《未来已来—2019年5G行业研究报告》。

# 新兴技术应用创新（3/3）

## 边缘侧数据比例将大幅提升，100%以SSD存储

随着5G通信技术逐步成熟、物联网服务的终端以及形式层出不穷，传统的云服务架构也将逐步面临数据流阻塞、延迟提高等问题。边缘计算将程序置于边缘侧发起，减少网络数据传输的距离和经转的节点数，从而提高响应速度，满足用户在实时性、智能度、安全性方面的要求。边缘计算的部署需要服务器、网络等IT硬件的支持。2020年仅约10%的数据是在边缘侧进行存储和计算，到2025年这一比例有望提升到70%左右。边缘侧数据大多来自于智能手机、车联网和其他智能设备，其应用对数据传输速度和低延迟的要求较高，目前头部云服务厂商部署在边缘计算节点的服务器均采用固态硬盘。未来边缘计算节点承接更多计算任务，云服务商对固态硬盘再添一重要需求增长点。

### 到2025年全球约有70%的数据将在边缘侧产生和处理



来源：美光，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

企业级SSD行业市场背景

1

中国企业级SSD行业现状分析

2

中国企业级SSD典型代表企业

3

中国企业级SSD行业挑战与展望

4

## 深耕企业级存储市场，构建核心基础硬件生态

英特尔在CPU、服务器等核心IT基础设施领域具备全球领先地位，在IT硬件生态构建方面拥有充分的话语权。英特尔存储产线偏重企业级市场，傲腾、3D XPoint等核心技术具备市场领先地位。英特尔为企业提供出色的存储解决方案，匹配客户低延迟、高耐用性、高服务质量、高吞吐量和高性价比的产品，在改善总体拥有成本的同时不断满足企业数字化业务的需求，让企业能够快速和灵活地存储、处理和管理用于数据分析、人工智能、高性能计算和其他工作负载的大量数据。2020年10月，英特尔将原NAND闪存及存储业务出售给海力士，将给全球存储行业格局带来一定变数。

### 英特尔主要企业级固态硬盘产品及优势

#### 英特尔数据中心固态硬盘系列产品

- **D1系列 128GB – 1TB**  
适用于读取密集型工作负载，拥有均衡的价值性、耐用性和性能
- **D3系列 7.68TB – 15.36TB**  
针对混合负载进行优化的SATA SSD
- **傲腾系列 375GB – 1.5TB**  
拥有能够应对最苛刻的存储和内存挑战的突破性性能
- **D5系列 30.72TB**  
适用于温数据存储的大容量、经济、可靠的存储产品
- **D7系列 15.36TB**  
经过专门设计，旨在满足日趋严苛的服务水平和支持更广泛的云工作负载，带来更优化的存储成本

英特尔提供高性能、高容量和高可靠性的解决方案，弥补数据中心内存和存储的缺口



#### 产品与解决方案的灵活组合

英特尔傲腾持久内存、傲腾固态硬盘和3D NAND固态硬盘是新数据层的支持产品系列，可灵活组合成各类解决方案，以弥补数据中心的成本和性能缺口。例如，英特尔傲腾固态硬盘与基于QLC 3D NAND技术的英特尔固态硬盘结合，帮助百度智能云全闪对象存储解决方案提供了优异的性能，大幅降低了用户的成本

#### 英特尔丰富的产品供给

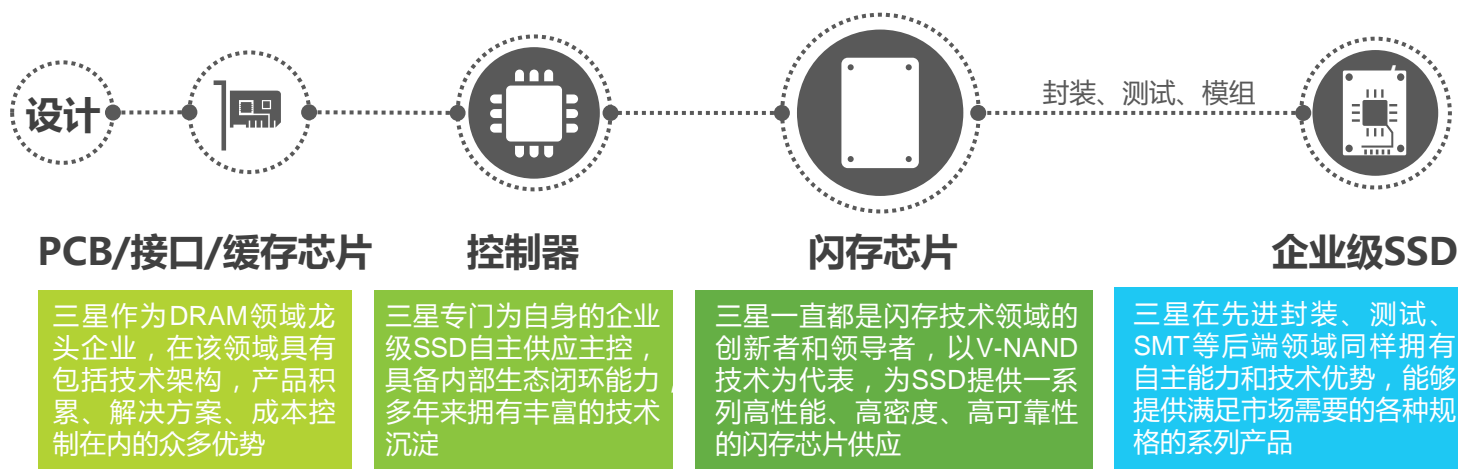


来源：艾瑞咨询研究院根据公开资料自主研究及绘制。

## 背靠全供应链闭环，打造一体化解决方案

三星在企业级SSD领域享有良好声誉，能够通过供应链上的研发与控制能力，为企业客户提供高性能、高容量、高可靠性的固态硬盘产品及方案。作为全球最大的半导体公司之一，三星在固态硬盘两类重要原材料NAND Flash以及DRAM市场都拥有全球领先的市占率，其3D NAND的技术创新也使三星在改进闪存技术方面更进一步，其闪存容量、性能、扩展性等更加符合企业日益增长的数据处理和存储系统需求。同时，三星在主控、模组等固态硬盘关键上游领域均拥有多年的技术和市场积累，构建了自主的全供应链闭环。

### 三星企业级固态硬盘产线优势



### IDM能力

三星作为能够独立完成产业链中从设计、制造到封测等全流程的IDM厂商，在产品的生产管理方面拥有众多优势：

- 能够进行内部资源最优整合
- 拥有自身的IP与技术开发能力，具有技术领先优势
- 技术与产品积累形成产品群
- 根据客户需求进行高效的特色工艺定制



#### V-NAND技术

#### 创新构造

采用高集成度**立体、垂直堆叠**的方式来大幅度提高芯片的容纳数量

#### Charge Trap Flash (CTF) 技术

氮化硅材料的非导电层提高了芯片的可靠性，使其可以运行更高效的程序算法，有效提升**写入速度、降低能耗**

#### 生产效率

除了提高性能，三星还使V-NAND更容易制造，使用第六代 V-NAND后，256GB芯片所需的通道孔数从9.3亿个减少到6.7亿个，带来生产效率的提高

来源：艾瑞咨询研究院根据公开资料自主研究及绘制。

## 国产NAND Flash解决方案提供商

长江存储科技有限责任公司成立于2016年7月，是国内专注于3D NAND闪存设计制造一体化的IDM集成电路企业，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和解决方案，广泛应用于移动通信、消费数码、计算机、服务器及数据中心等领域。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。2018年，长江存储携创新型Xtacking架构，进军高门槛的NAND闪存产业，并于2019年9月正式量产搭载了Xtacking架构的64层TLC 3D NAND闪存。长江存储以创新技术作为发展力，致力于成为全球领先的NAND闪存解决方案提供商。

### 长江存储创新3D NAND架构Xtacking

#### 存储密度更高

Xtacking创新架构使3D NAND拥有**更高的存储密度**

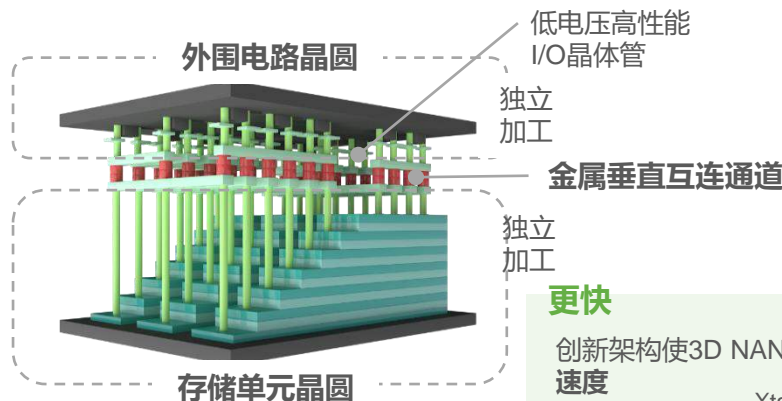
外围电路	存储单元	传统3D NAND架构中，外围电路约占芯片面积的20~30%，降低了芯片的存储密度
------	------	---

Xtacking技术将外围电路置于存储单元之上，从而实现比传统3D NAND更高的存储密度

#### 生产更灵活

Xtacking模组化的工艺将**提升研发效率并缩短生产周期**

充分利用存储单元和外围电路的独立加工优势，实现了并行的、模块化的产品设计及制造，产品开发时间可缩短三个月，生产周期可缩短20%，从而大幅缩短3D NAND产品的上市时间。此外，这种模组化的方式也为引入NAND外围电路的创新功能以实现NAND闪存的定制化提供了可能。



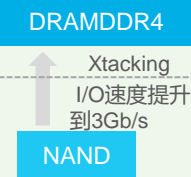
长江存储·Xtacking架构

#### 核心技术

Xtacking堆栈技术，即晶粒与晶粒之间的堆叠的步骤

#### 更快

创新架构使3D NAND拥有**更快的I/O接口速度**



Xtacking技术可实现在两片独立的晶圆上分别加工外围电路和存储单元，这样有利于选择更先进的制造工艺。当两片晶圆各自完工后，Xtacking技术通过数十亿根垂直互连通道(VIA)将两片晶圆键合

来源：长江存储，艾瑞咨询研究院根据公开资料研究及绘制。

企业级SSD行业市场背景

1

中国企业级SSD行业现状分析

2

中国企业级SSD典型代表企业

3

中国企业级SSD行业挑战与展望

4

## 4.1 行业挑战

- 供应链短期震荡
- 中美经贸摩擦
- 全球市场格局变动



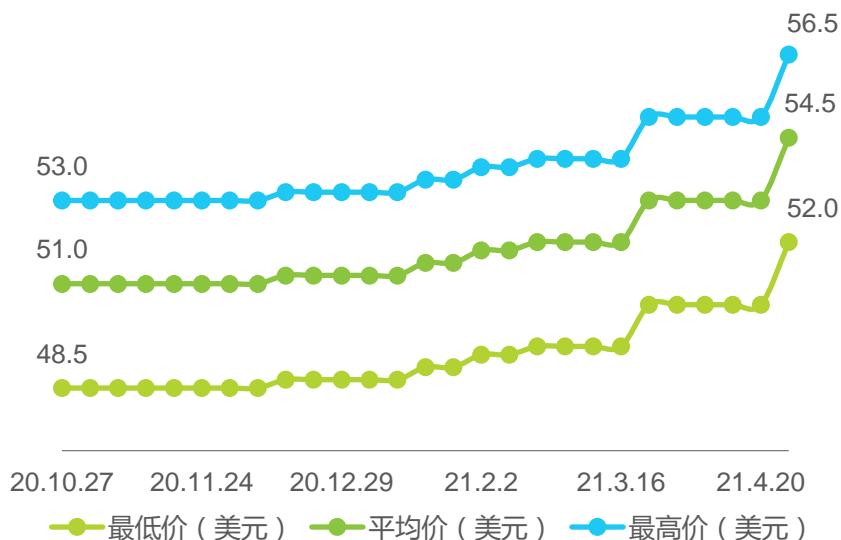


# 供应链短期震荡

## 供应链上游震荡将在短期内影响原材料价格及充裕度

近期国内市场固态硬盘价格呈持续上涨状态，自2020年10月至2021年4月均价涨幅6.9%，进入2021年后涨幅较大。固态硬盘市场价格整体受供需关系变动影响较大，由于其绝大部分原材料均为半导体元器件，供需平衡受到全球半导体产业供应链状况影响。2020年疫情以来多重因素导致了近期芯片市场呈现供不应求的状态，推动了包括企业级SSD在内的固态硬盘成品价格上涨，这些因素包括疫情期间半导体产能下降以及消费电子产品对其他类芯片产能的侵蚀、2020年末美国暴风雪导致部分半导体工厂停工以及台积电由于缺水而停工等。此类事件会对企业级固态硬盘供应带来短期压力，然而由于企业级产品常采用预购模式，其应对短期供应链波动的能力较强，出货能力仍有所保障，市场价格波动幅度也将相对有限。

2020年10月27日-2021年4月27日各周国内固态硬盘价格变动趋势 ( OEM SSD 512GB PCIe )



## 中美关系仍为国内半导体产业最大不确定性因素之一

受近年来中美经贸关系影响，我国着力在包括半导体在内的诸多科技产业加大投入，在实现产业链稳定方面取得了一定成效，然而目前包括企业级固态硬盘在内的许多重要产品原材料元器件仍然对美韩等国企业有所依赖。2017年以来，美国数次通过经贸政策限制对我国关键科技产品和技术出口，未来仍将构成我国半导体产业发展的重大不确定因素。

### 2017-2020年美国（部分）影响中国科技产业的政策及措施

时间	具体措施
2020年12月18日	美国商务部工业和安全局（BIS）宣布将中芯国际等59家中国企业列入 <b>实体清单</b>
2020年5月22日	奇虎360、云从科技、哈尔滨工业大学等33家中国公司及机构被列入 <b>实体清单</b>
2020年5月15日	针对华为的 <b>出口管制升级</b> ，美国商务部进一步限制华为采购采用美国技术和软件的芯片
2020年4月28日	BIS就《 <b>出口管理条例</b> 》发布了两项修正案和一项拟议修正案， <b>收紧针对中国的出口管制规则</b> ，原本无需申请许可证的一些民用科技产品，如集成电路的豁免在新规下遭取消
2019年10月7日	海康威视等28家企业和单位被列入 <b>实体清单</b>
2019年8月19日	46家华为子公司被列入 <b>实体清单</b>
2019年6月21日	中科曙光、天津海光等5家企业和单位被列入 <b>实体清单</b>
2019年5月22日	美国商务部工业和安全局宣布对13个中国企业及个人 <b>实施制裁</b> ，其中包括浙江兆晨科技等
2019年5月15日	华为及其68家子公司被列入 <b>实体清单</b>
2018年11月19日	美国商务部工业和安全局根据《 <b>出口管制改革法案</b> 》出台了一份针对14大类的关键技术和相关产品的 <b>出口管制框架</b> ，覆盖生物技术、AI、微处理器、先进计算等新兴技术领域
2018年8月13日	《 <b>美国出口管制改革法案</b> 》签署生效，新兴和基础技术被引入管制范围
2018年8月1日	美国商务部工业与安全局新增44家中国企业（8个实体和36个附属机构）列入 <b>出口管制实体清单</b> ，其中包括 <b>多家半导体产业高科技研究机构</b>
2018年4月16日	中兴通信被纳入 <b>实体清单</b> ，同年7月达成和解，部分解除禁令

时间	具体措施
2018年8月13日	《 <b>2019财年国防授权法案</b> 》正式生效，禁止 <b>美国政府</b> 与华为、中兴等公司新签、扩大或续签合同，禁止使用由两家公司生产的产品、设备、服务或关键技术
2019年9月24日	美对华2000亿美元商品加征10% <b>关税</b>
2018年8月13日	《 <b>外国投资风险评估现代化法案</b> 》正式生效
2018年6月15日	美对华500亿美元商品分步加征25% <b>关税</b>
2017年1月6日	美国发布《 <b>确保美国半导体的领导地位</b> 》，将中国半导体发展列为“威胁”

#### 对关键技术进行出口管制

**美国近年针对中国加强出口管制** 一方面众多半导体相关企业和单位被列入“实体清单”，处在美国的技术封锁之中。另一方面美国逐渐将更多前沿关键技术纳入技术管制范畴，例如收紧对存储器、芯片的出口管制，将对企业级SSD的上游供应链产生较大影响

- 美国的金融制裁拥有完整的法律体系、政策目标和组织框架，其中，“实体清单”是美国商务部工业安全局对特定对象出口限制名单，是美国出口管制的重要手段之一

#### 加征关税等其他方式

- **限制美国官方在关键领域采购中国设备和服务**
- **加征进口关税**
- **实施更严格的技术并购审查**
- **加强对华企业的长臂管辖**

来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

# 全球市场格局变动

## 美、韩企业正各自加强对半导体产业的掌控力度

纵观40年来全球半导体产业的区域分布，美国、韩国正在这一领域逐步加强其掌控力。1990年全球前十大半导体公司中日本占据前3并独揽6席，到2020年已经退出这一名单，而6家美国企业、2家韩国企业栖身前十。这一变化固然蕴含着半导体产业从计算机和电器设备向移动设备转移的历史进程，也与上世纪80年代以来美国运用贸易手段打压日本半导体产业、韩国通过政府引导加强半导体投入等因素有关。2020年10月，海力士收购了英特尔的大部分存储业务。2021年4月，消息称美光和西数有意收购铠侠，三者均为NAND Flash的重要供应商，若东芝被美光、西数或其他美国企业收购，将意味着相关企业在存储行业供应链的市场影响力、供应链议价能力进一步增强，或将给国内市场的供应链稳定性带来更大变数。

### 全球TOP10半导体公司变迁及重点发展历程

#### 1980s-1990s 美日贸易摩擦

- 上世纪80年代，美国曾对日本发起超过10次“301”调查，大多针对日本半导体产业
- 1986年签订的《美日半导体协议》规定了日本对美出售半导体价格下限，并要求日本保证半导体进口规模，该协定和《广场协议》等共同对日本半导体产业造成了极大负面影响

#### 1980s后 韩国半导体产业的崛起

- 上世纪70和80年代，韩国政府通过政策引导、政府采购等方式鼓励国内半导体产业的发展，1983年开始实施“半导体工业振兴计划”，三星、海力士（原现代内存）、LG公司在该时期大力投入半导体产业
- 2020年10月，海力士收购英特尔存储产品线，包括NAND Flash和SSD等

#### 全球TOP10半导体公司变迁

1990 — 2000 — 2020

日本电气	英特尔	英特尔
东芝	东芝	三星
日立	日本电气	台积电
英特尔	三星	海力士
摩托罗拉	德州仪器	美光
富士康	摩托罗拉	高通
三菱	意法半导体	博通
德州仪器	日立	英伟达
飞利浦	英飞凌	德州仪器
松下	飞利浦	英飞凌

#### 2021年西数/美光有意收购铠侠（原日本东芝存储）

- 2021年4月，消息称美国存储巨头美光和西数均有意收购铠侠。铠侠原为日本东芝存储，在6大闪存原厂中份额位居第2，西数和美光分别位列第3、4，尽管此收购案尚未落定，也体现美国企业进一步加强对闪存市场关键环节把控力的意愿

## 4.2 行业发展展望

- 新的存储介质：SCM
- 新的闪存颗粒：PLC
- 新的规格：EDSFF

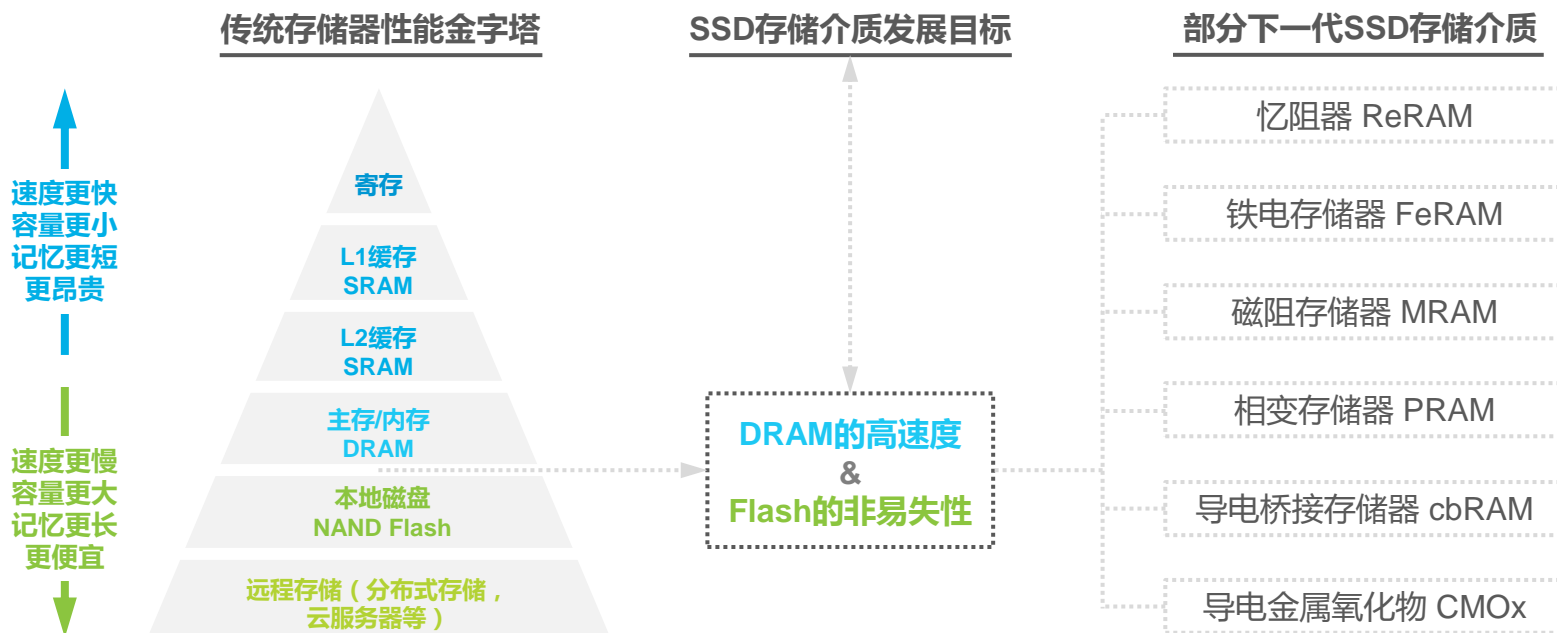


# 新的存储介质：SCM（1/2）

## 高速+非易失是下一代SSD介质的发展目标

按照速度、容量、数据保存时长等因素，可以将计算机存储器分为寄存、缓存、内存、硬盘等数个层次，越向寄存靠拢其数据容量越低、记忆时长越短（寄存、缓存、内存均为易失性存储器，断电后数据即丢失），而数据处理速度越快。以最新的第四代内存（DDR4）为例，其数据处理速度可达到100GB/s，远高于PCIe3.0×4固态硬盘所具备的4GB/s。将内存所具备的高速度以及闪存所具备的非易失性融合，是下一代固态硬盘存储介质所追求的性能特征。市场上处于探索阶段的这样的存储介质包括ReRAM、FeRAM、MRAM、PRAM等，这类存储器通常被称为SCM（Storage Class Memory 存储级内存）。

### 下一代固态硬盘存储介质发展目标及存储介质



来源：艾瑞咨询研究院自主研究及绘制。

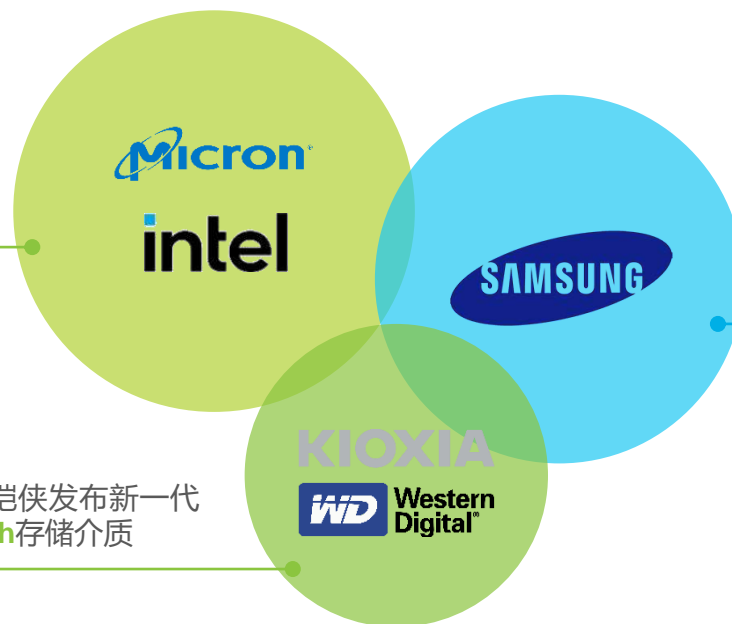
# 新的存储介质：SCM（2/2）

## 存储介质头部厂商SCM领域迈开探索步伐

主要闪存供应商均开始了对SCM的探索。英特尔和美光在闪存研发和制造领域有较长时间的合作，二者于2006年成立了合资公司IMF（Intel-Micron Flash Technologies）公司，一直以来负责闪存的设计、制造。2015年英特尔和美光合作发布3D-Xpoint存储介质，3D-Xpoint可被归类为PCM相变存储器，被视为固态硬盘存储介质领域的一大创新。三星和铠侠/西数也分别在2016和2018年发布了新一代的存储介质Z-NAND以及XL-Flash。三者均被界定为SCM，即拥有介于NAND Flash和DRAM之间的更加均衡的存储空间和读写速度。2018年，英特尔和美光决定发展独立的存储介质，英特尔将其拥有的IMF公司的股权全部出售给美光。

### 头部存储介质厂商在SCM领域的探索和创新

- 2015年合作发布3D-XPoint存储介质，2017年该技术被正式用于Intel的Optane（傲腾）系列产品中



- 2016年三星发布新的存储介质Z-NAND，于2018年发布第一代基于Z-NAND介质的新产品Z-SSD

- 2018年铠侠发布新一代XL-Flash存储介质

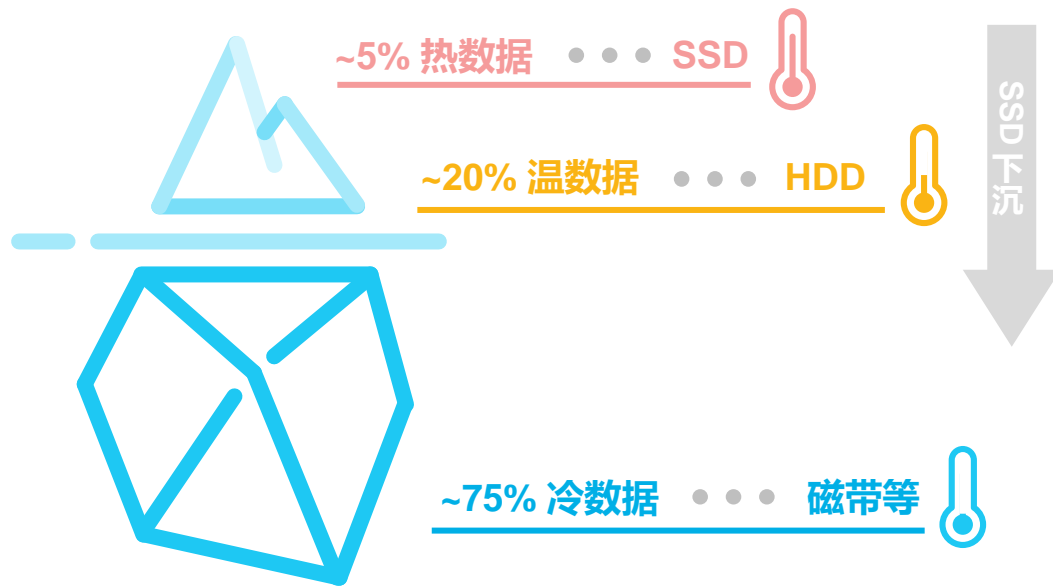


# 新的闪存颗粒：PLC

## PLC将进一步替代HDD在温数据存储中的应用

从SLC、MLC、TLC到QLC的演化是NAND Flash颗粒的单位容量不断上升的过程。目前市场上最主流的颗粒类型为TLC，而QLC技术也已经趋于成熟，正在企业级和消费级市场中逐步推广。PLC架构在单位存储容量上进一步提升，从而带来更加低廉的存储成本；相应地，PLC在可擦写次数以及读取速度等性能方面较QLC进一步下降。目前PLC尚在研发进程中，其各项性能参数还不明确，市场对其实际使用效果还存在疑虑，然而纵观固态硬盘闪存介质发展历程，闪存颗粒进一步向大容量、低成本方向发展应为大势所趋，即使搭载PLC闪存的固态硬盘由于使用寿命问题可能无法满足被高频调用数据的存储要求，也有望应用于温数据/冷数据存储。

### PLC闪存颗粒更加适用温数据/冷数据存储



- 估算约75%的数据均为冷数据，温数据和热数据分别约占20%和5%
- 随着互联网服务和数字化发展，热数据由于调用频率高，对读取速度要求高，逐步由HDD转向SSD存储
- HDD使用寿命较长，目前存量容量较大，主要用于规模更大、对数据使用质量要求偏低的温数据存储
- 冷数据调用频率低，但要求保存的时间最长，目前仍会使用磁带等数据保存时间长的存储器存储
- PLC闪存颗粒具备更大容量和更低成本，但性能较QLC进一步下降；市场预测其可擦写次数可能大幅减少，不适宜热数据的存储，却有可能成为温数据/冷数据的理想存储介质

来源：根据公开资料、企业访谈，结合艾瑞统计模型核算。

# 新的规格：EDSFF

## 专用于数据中心服务器，追求更高排列密度

EDSFF——企业数据中心SSD外形标准是一类专为在数据中心的服务器中使用的企业级固态硬盘产品设计的规格，主要由Intel推动，在全球主要存储厂商中已经得到了初步应用。EDSFF分为E1和E3两类，各自具备S（短）和L（长）两种规格，E3主要面向的是高端产品，目前在市场上并不多见。相比起前文提及的从2.5英寸、AIC扩展卡到M.2以及U.2规格的变化，E1规格的出现主要不是为了适应新的固态硬盘接口，而是为了通过规格设计的优化降低单盘占用服务器机箱的空间，同时也要保证散热性和硬件维护便捷性等方面的要求。这一变化亦是为了顺应数字化转型的全球趋势下企业数据量爆炸式增长的趋势，反映了未来固态硬盘及其他数据存储解决方案追求大容量的总体方向。

### U.2/E1.S/E1.L 外形尺寸对比及E1规格性能特性

U.2/E1.S/E1.L 外形尺寸对比		E1规格 共同优势	E1.S
U.2 2.5英寸	约 7cm×10cm	<ul style="list-style-type: none"><li>支持热插拔</li><li>更高的服务器排列密度</li><li>良好的散热性表现</li><li>更高的硬件维护效率</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>相较而言配置更加灵活，扩展性更好，满足客户定制化需求</li><li>由于采用无外壳设计，散热性更有优势</li></ul>
E1.S	约 3cm×11cm		E1.L
E1.L	约 3cm×44cm		
			<ul style="list-style-type: none"><li>TCO（总拥有成本）优化效果最佳</li><li>更加适宜超大型数据中心高密度存储解决方案</li></ul>

来源：Supermicro，Intel，艾瑞咨询研究院根据专家访谈、公开资料研究及绘制。



# 艾瑞新经济产业研究解决方案



## 行业咨询

- 市 场 进 入 为企业提供市场进入机会扫描，可行性分析及路径规划
- 竞 争 策 略 为企业提供竞争策略制定，帮助企业构建长期竞争壁垒



## 投资研究

- IPO行业顾问 为企业提供上市招股书编撰及相关工作流程中的行业顾问服务
- 募 投 为企业提供融资、上市中的募投报告撰写及咨询服务
- 商业尽职调查 为投资机构提供拟投标的所在行业的基本面研究、标的项目的机会收益风险等方面的深度调查
- 投后战略咨询 为投资机构提供投后项目的跟踪评估，包括盈利能力、风险情况、行业竞对表现、未来战略等方向。协助投资机构为投后项目公司的长期经营增长提供咨询服务

# 关于艾瑞




艾瑞咨询是中国新经济与产业数字化洞察研究咨询服务领域的领导品牌，为客户提供专业的行业分析、数据洞察、市场研究、战略咨询及数字化解决方案，助力客户提升认知水平、盈利能力和综合竞争力。

自2002年成立至今，累计发布超过3000份行业研究报告，在互联网、新经济领域的研究覆盖能力处于行业领先水平。

如今，艾瑞咨询一直致力于通过科技与数据手段，并结合外部数据、客户反馈数据、内部运营数据等全域数据的收集与分析，提升客户的商业决策效率。并通过系统的数字产业、产业数据化研究及全面的供应商选择，帮助客户制定数字化战略以及落地数字化解决方案，提升客户运营效率。

未来，艾瑞咨询将持续深耕商业决策服务领域，致力于成为解决商业决策问题的顶级服务机构。

## 联系我们 Contact Us

 400 - 026 - 2099

 [ask@iresearch.com.cn](mailto:ask@iresearch.com.cn)



企 业 微 信



微 信 公 众 号

# 法律声明

## 版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

## 免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

# 为商业决策赋能

EMPOWER BUSINESS DECISIONS



艾 瑞 咨 询