



证券研究报告
半导体行业
2020年4月3日

国产CPU研究框架

——专题报告

分析师： 陈杭 执业证书编号：S1220519110008

方正证券（601901.SH）是行业领先的大型综合类证券公司，致力于为客户提供交易、投融资、财富管理等全方位金融服务。
Founder Securities (601901.SH), an industry-leading large comprehensive securities company, is committed to providing its clients with full services in stock transactions, investment & financing, wealth management, among others.

每日免费获取报告

1. 每日微信群内分享**7+**最新重磅报告；
2. 定期分享**华尔街日报、金融时报、经济学人**；
3. 和群成员切磋交流，对接**优质合作资源**；
4. 累计解锁**8万+行业报告/案例，7000+工具/模板**

申明：行业报告均为公开整理，权利归原作者所有，
小编整理自互联网，仅分发做内部学习。

限时领取【行业资料大礼包】，回复“2020”获取

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

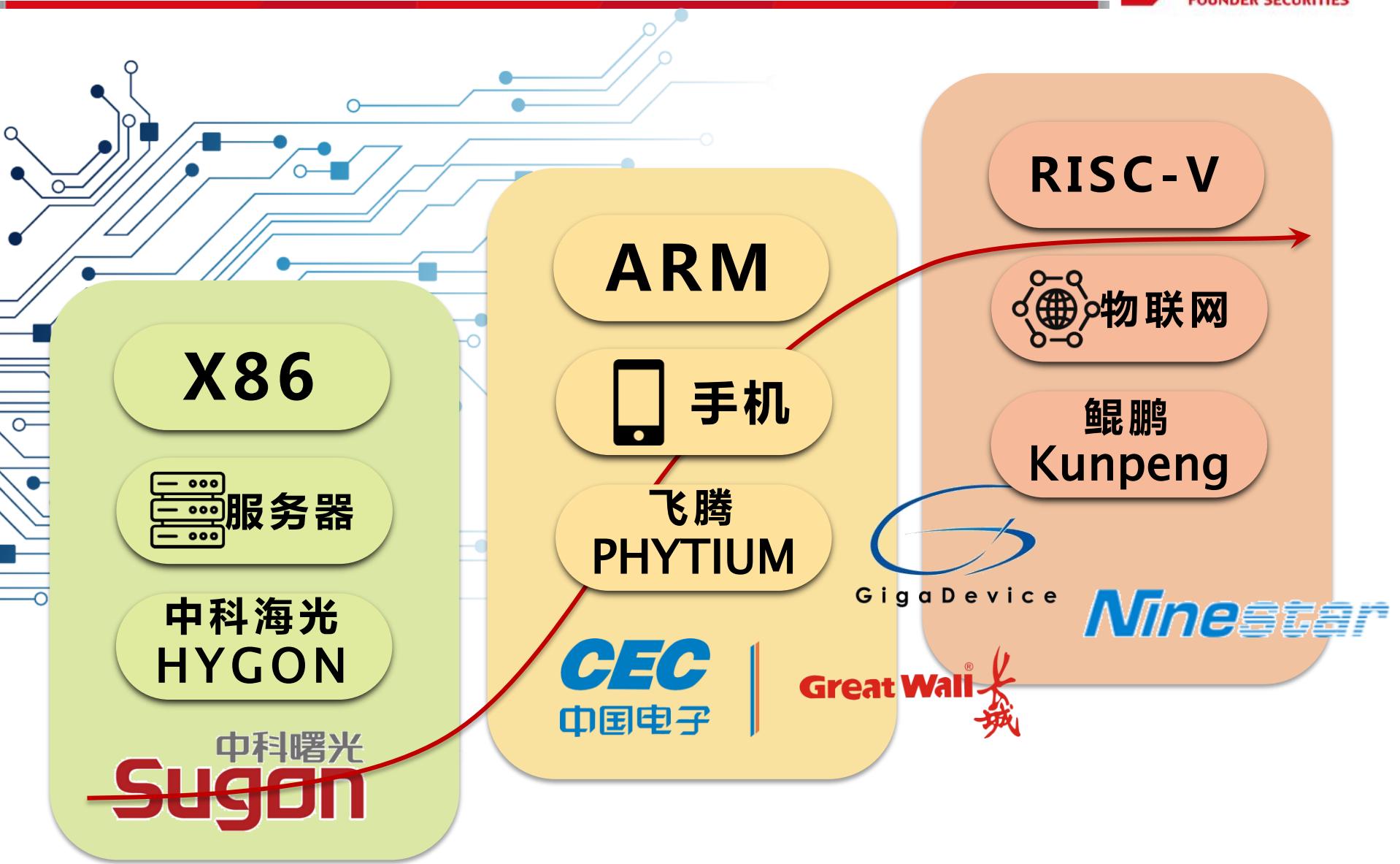
或搜索公众号**“有点报告”**

回复<进群>，加入每日报告分享微信群



(此页只为需要行业资料的朋友提供便利，如果影响您的阅读体验，请多多理解)

- 行业增长：我国CPU市场规模和潜力非常大，庞大的整机制造能力意味着巨量的CPU采购，服务器CPU伴随着整机出货的快速成长，需求量增长也较为迅速，长期来看，国内仍将是全球最大的CPU消费市场。
- 行业发展：国产CPU面临着相对较好的发展环境，5G、物联网等新技术也将带来新的计算需求。芯片的7nm工艺制程已经接近商业化生产的极限，芯片制造成本急剧上升，摩尔定律失效后，给国产替代创造良好的机遇，国产CPU有望实现“换道超车”。
- 2020年投资机会来自新兴技术所带来的新的计算需求，国内CPU厂商有望凭借持续加大的研发投入和相对较大的工艺提升空间，来缩小与国际水平的差距。建议关注相关产业链标的：中科曙光（603019），中国长城（000066）。



>> 目录



CPU在中国市场的产业格局



国内重要的CPU厂商：海光、龙芯、飞腾



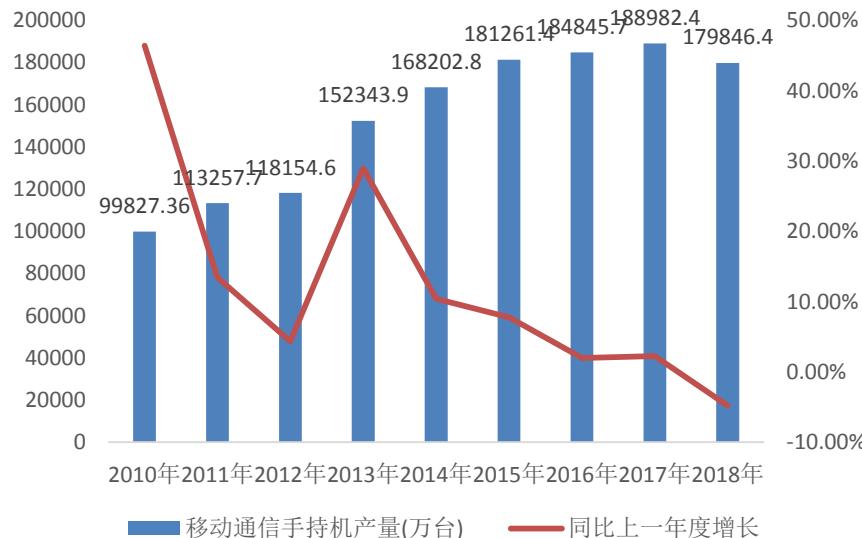
中国水平的发展现状与未来

SECTION 1

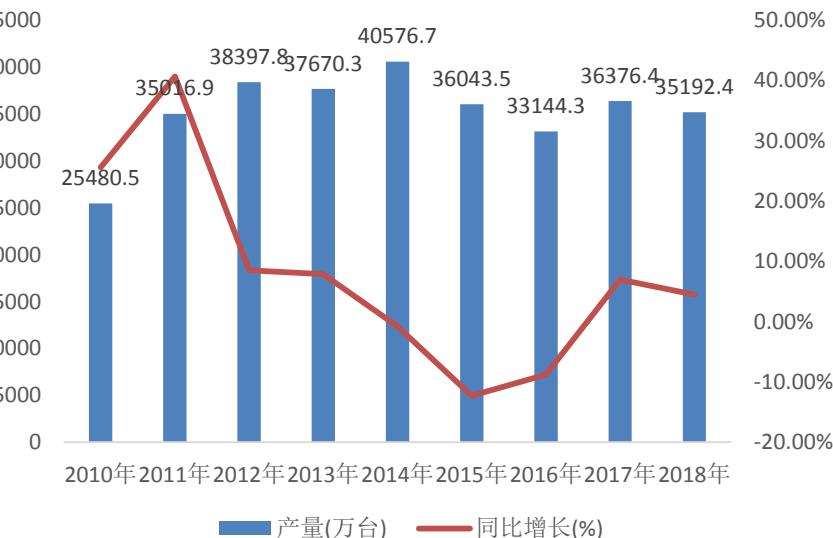
CPU在中国市场的产业格局

- 我国CPU市场规模和潜力非常大，庞大的整机制造能力意味着巨量的CPU采购。虽然近些年，计算机整机和智能手机产量增长都出现瓶颈，但由于这两类产品体量庞大，CPU的需求量大且单品价值非常高，市场规模依然非常可观。
- 同时，服务器CPU伴随着整机出货的快速成长，需求量增长也较为迅速。IDC数据显示，2018年国内服务器出货量达到330.4万台，同比增长26%，其中互联网、电信、金融和服务业等行业的出货量增速也均超过20%。另外，国内在物联网、车联网、人工智能等新兴计算领域，对CPU也存在海量的需求。

图表：我国手机近十年产量数据统计



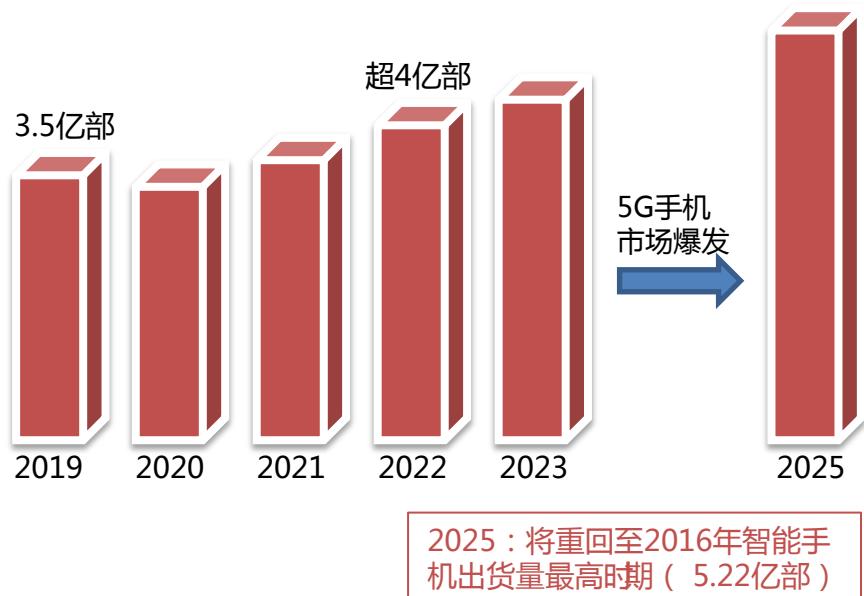
图表：我国电子计算机整机近十年来产量数据统计



国内CPU未来需求

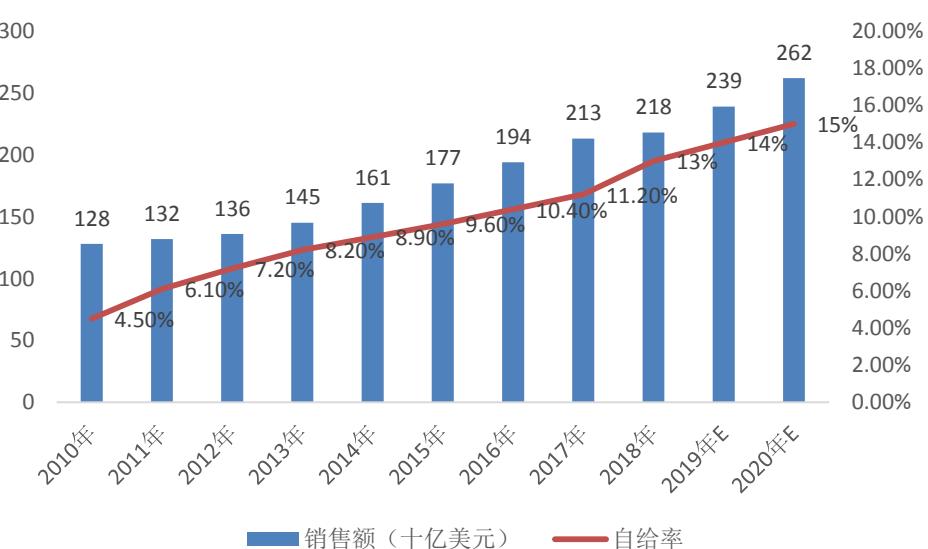
- 长期来看，国内仍将是全球最大的CPU消费市场。首先，针对 5G的推广应用，智能手机将面临着大量的换机需求，2020年年底有望进入实质性增长阶段。其次，PC虽然未来相对疲软，但用户基数非常庞大；预期未来几年国内云计算市场规模增速将持续保持在30%以上，因此服务器芯片市场将继续在云计算、企业数字化转型中受益。
- 根据数据，近年来我国集成电路自给率不断提升，2018年为13%，预计2020年有望提升至15%，但仍然处于较低水平，中国芯片产业发展空间非常大。

图表：5G技术背景下中国智能手机出货量预测



资料来源：中商产业研究院，方正证券研究所

图表：2010-2020年我国大陆集成电路自给率

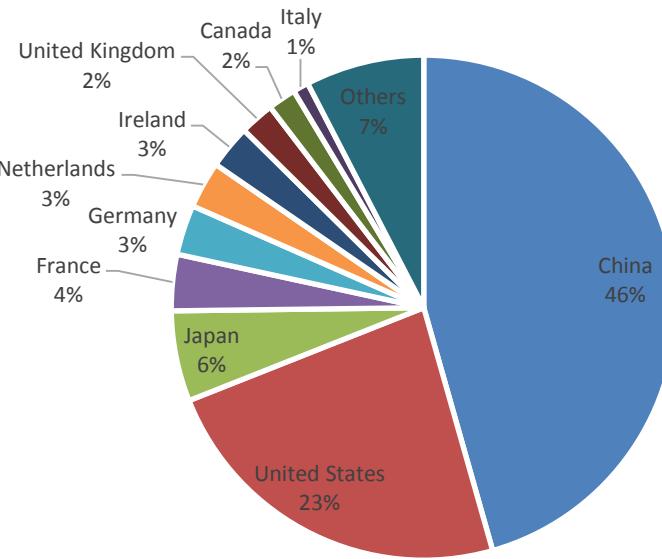


资料来源：IC insights，方正证券研究所

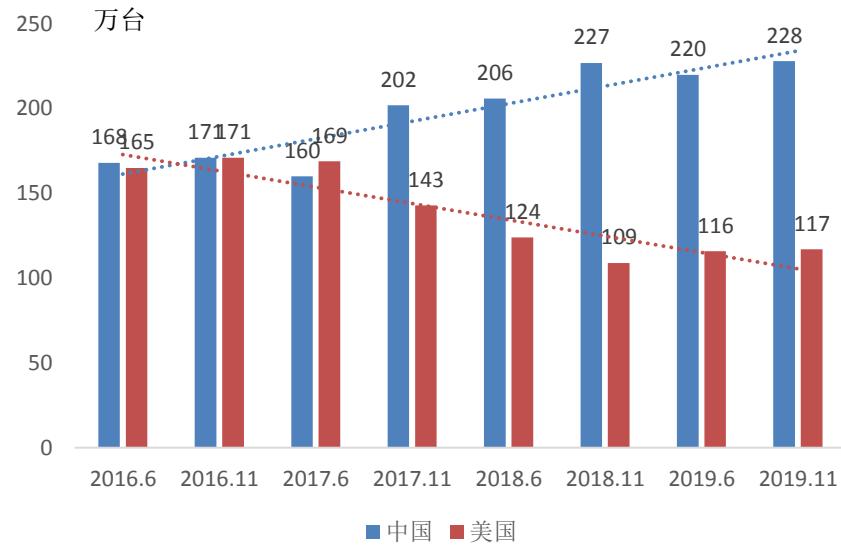
超级计算机服务器市场空间

- 2019年前500名超级计算机数量中，中国占比46%处于绝对领先地位，美国23%次之，之后是日本等其他国家。在国内有如此大需求的背景下，服务器芯片拥有广阔的空间，并且芯片也国产化迫在眉睫。
- 从近几年趋势来看，2016年起中国超级计算机数量明显增加，美国超级计算机数量逐渐减少，在此背景下国产服务器芯片迎来广阔的增量市场。

图表：2019年11月世界TOP500超算数量



图表：近3年中美TOP500超算数量对比



资料来源：top500.org，方正证券研究所

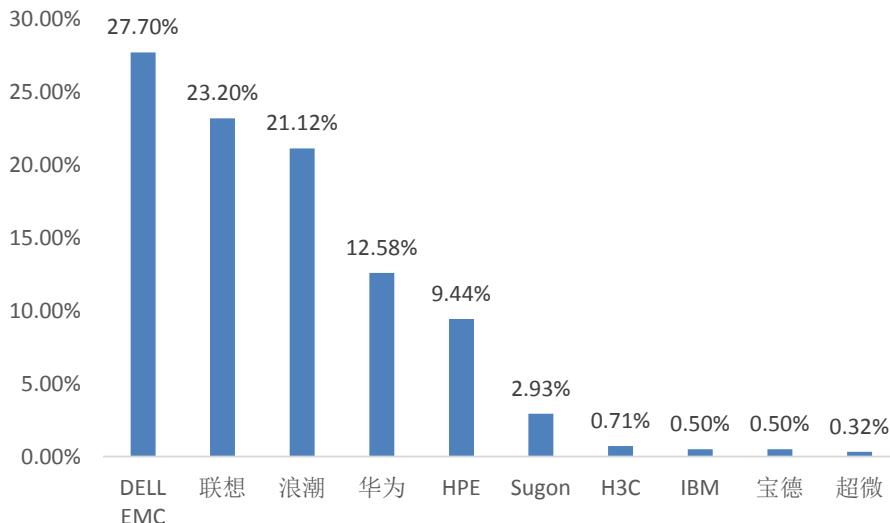
X86系国内主要产品

北大众志：成立于2002年11月。2005年，AMD与中国政府达成了协议，科技部指定北大微电子中心接收 AMD Geode-2处理器的技术授权。AMD授权给北大的x86技术属于嵌入式架构。

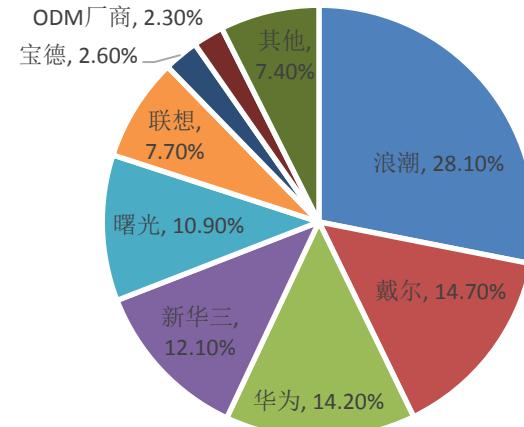
兆芯：x86架构的技术授权被美国政府严格控制。但是除Intel和AMD，中国台湾公司威盛（VIA）也拥有x86架构授权。兆芯成立于2013年，通过威盛获得了X86架构的授权。在X86架构之下，兆芯还做了很多的新工作，拥有了自主的知识产权。

海光：2016年，AMD宣布与天津海光达成了协议，将x86技术授权给海光公司，获得授权费，且双方还会成立合资公司，授权其生产服务器处理器。为了打开中国高性能服务器市场，AMD这次x86授权很可能是最尖端的x86技术。

图表：2019半年度中国x86服务器品牌关注比例分布



图表：2019半年度中国x86服务器厂商市场份额



资料来源：中关村在线，方正证券研究所

资料来源：IDC中国，方正证券研究所

ARM系国内主要产品

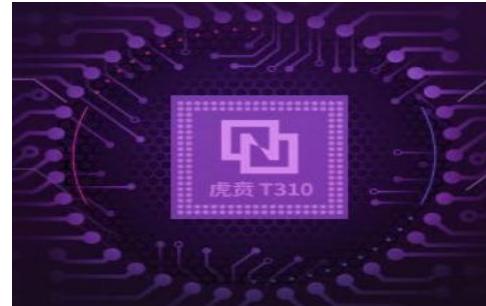
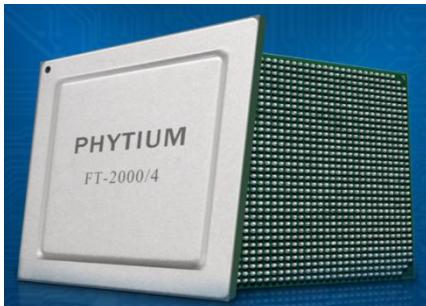
飞腾：由中国国防科技大学建立。2016年天津飞腾公布的最新产品FT2000，最早亮相于2015年的HotChips大会，代号“火星”，定位于高性能服务器、行业业务主机等。FT2000采用ARMv8指令集，但是使用的是自研内核。

华为海思：目前我国技术最强大的芯片开发商之一，与联想、浪潮等国产企业占中国市场超65%的份额。华为在几年前便已经购买了ARM指令集架构授权，开始研发自己的处理器核，主攻服务器市场。

展讯：2016年芯片出货量达到67000万套，次年6月宣布成功研发自主的ARM架构处理器，宣称在SC9850 4核芯片同样大的面积上实现了6核的设计，功耗和性能可按需调配。除苹果、三星之外，继高通之后，第二家拥有自主ARM CPU关键技术的手机芯片厂商。

华芯通：2016年，高通与贵州政府合资成立，旨在专为中国市场设计与开发服务器专用芯片的公司。华芯通已获ARM v8-A架构授权，该授权将帮助华芯通半导体在快速扩张的中国服务器市场推出先进服务器芯片组技术。

图表：各芯片公司主要产品概念图

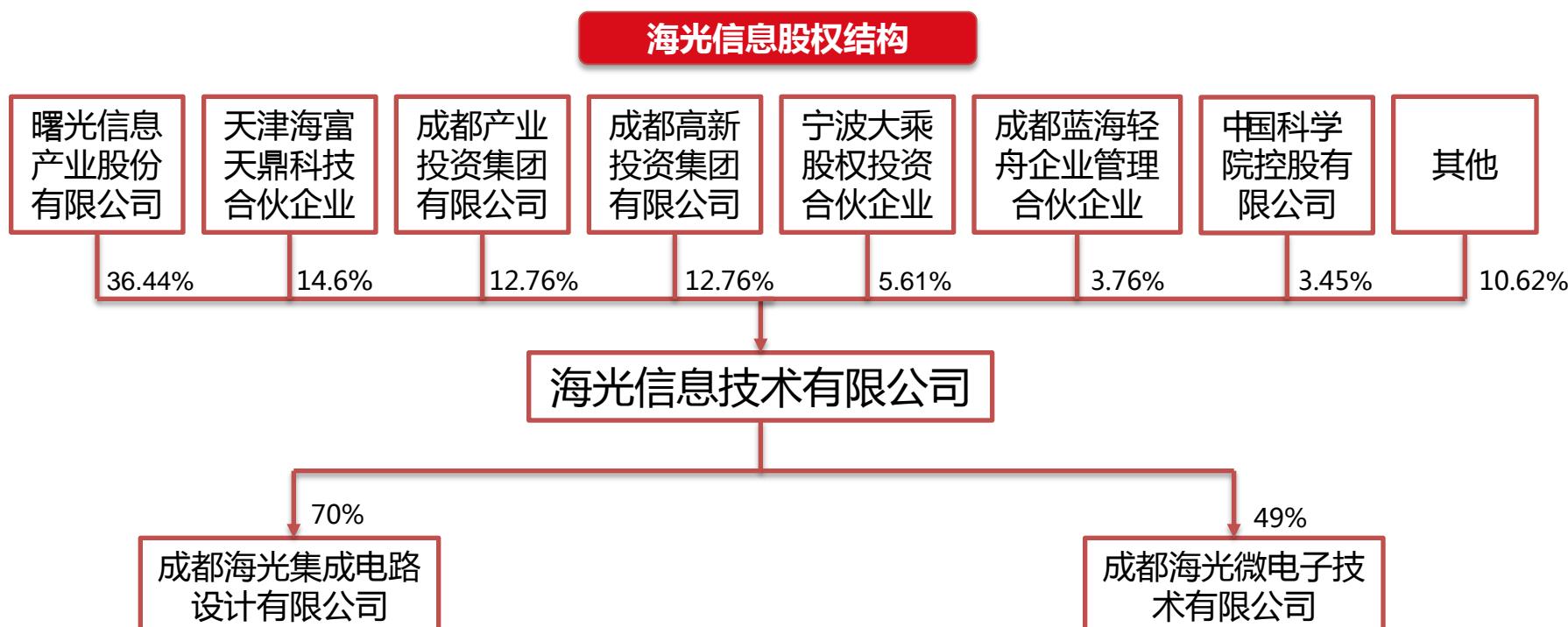


SECTION 2



国内重要的CPU厂商：海光、龙芯、飞腾

- 中科曙光信息产业股份有限公司成立于 2006年7月，2011年3月30日正式改名为中科曙光。中科曙光主要从事研究、开发 生产制造高性能计算机、通用服务器及存储产品，中科曙光实际控制人为中科院研究所，其产品主要市场在政府和公共事业类。
- 海光信息技术有限公司成立于2014年10月24日。2016年，AMD公司和海光信息合资成立了：成都海光微电子技术有限公司和成都海光集成电路设计有限公司。
- 2018年11月26日，中科曙光分别与成都产投、成都高投签订了《产权交易合同》，取得海光信息10.92%的股权，彰显了对海光的信心。本次股权转让后，中科曙光合计持有的股权占海光信息股本总数的36.44%，进一步巩固了其海光第一大股东的地位。



- x86服务器市场Intel占据绝对优势。x86处理器目前已经成为全球最广泛使用的处理器架构之一，尤其是在PC和服务器领域，其中在处理器市场的份额高达 90%以上。
- 2019H1海光信息实现营收2.25亿元，净利润0.72亿元，去年同期营收为0.26亿元，净利润为亏损0.72亿元，主要是由于海光芯片出货规模持续增长。另外，“禅定”有很大一部分与中科曙光的服务器配套，分担了服务器上游元器件供应压力，推动公司毛利率稳步提升。

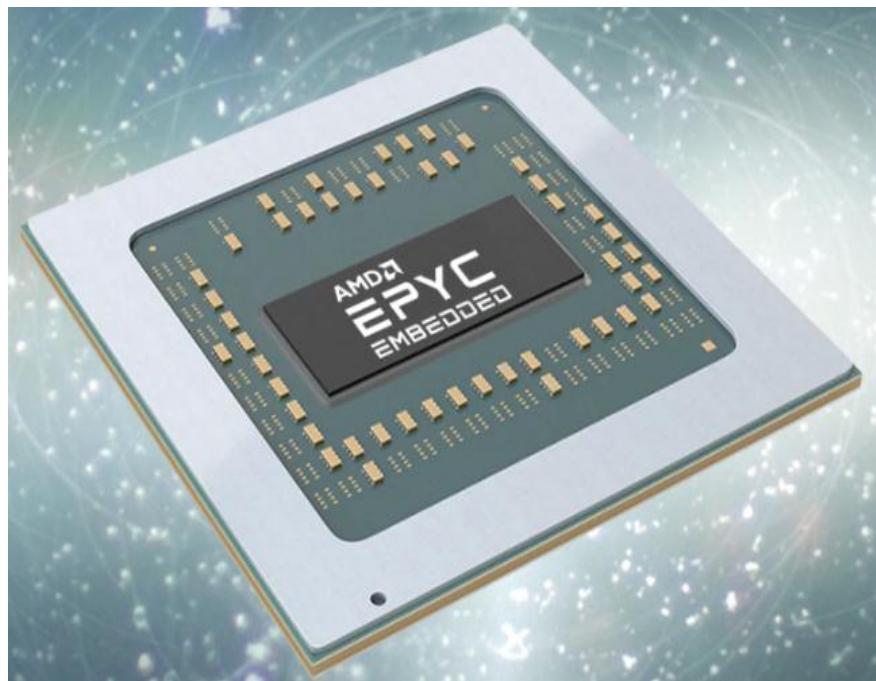
图表：禅定CPU的基本参数



禅定CPU	参数
主板	支持泰安S8026
内存	16个DDR4-2667
板载网卡	2个GE接口
硬盘	12个3.5英寸 SAS/SATA硬盘
插槽	Lotes SP3

- 2018年7月，海光信息宣布国产x86处理器Dhyana(禅定)开始启动生产。值得注意的是，这款芯片是根据AMD Zen微架构开发的。AMD将x86的IP授权给中国合作伙伴，而Dhyana正是合作的结果。
- Dhyana处理器与AMD EPYC处理器很相似，二者只是厂商ID与产品序列号有所不同。事实上，Linux维护者将EPYC支持代码转移到 Dhyana处理器，发现可以成功运行，由此说明两款处理器差异很小。

图表：AMD EPYC（霄龙）嵌入式3000系列



特性	优点
企业等级 RAS	尽可能地提高正常运行时间、简化维护，并降低运营成本
支持多达 1TB 的 DDR4 内存容量	加速内存密集型应用性能
多达 8 个 10GbE 以太网	无需增加以太网装置即可增加连接能力
集成式安全子系统	保护您的系统内存内容，并支持安全多租户
16、12、8、4 个高性能核心，支持 SMT	可扩展，性能卓越
多达 64 通道的 PCIe® Gen 3	无需增加 PCI 交换机即可扩充平台性能（增加驱动器、GPU、加速器数量）

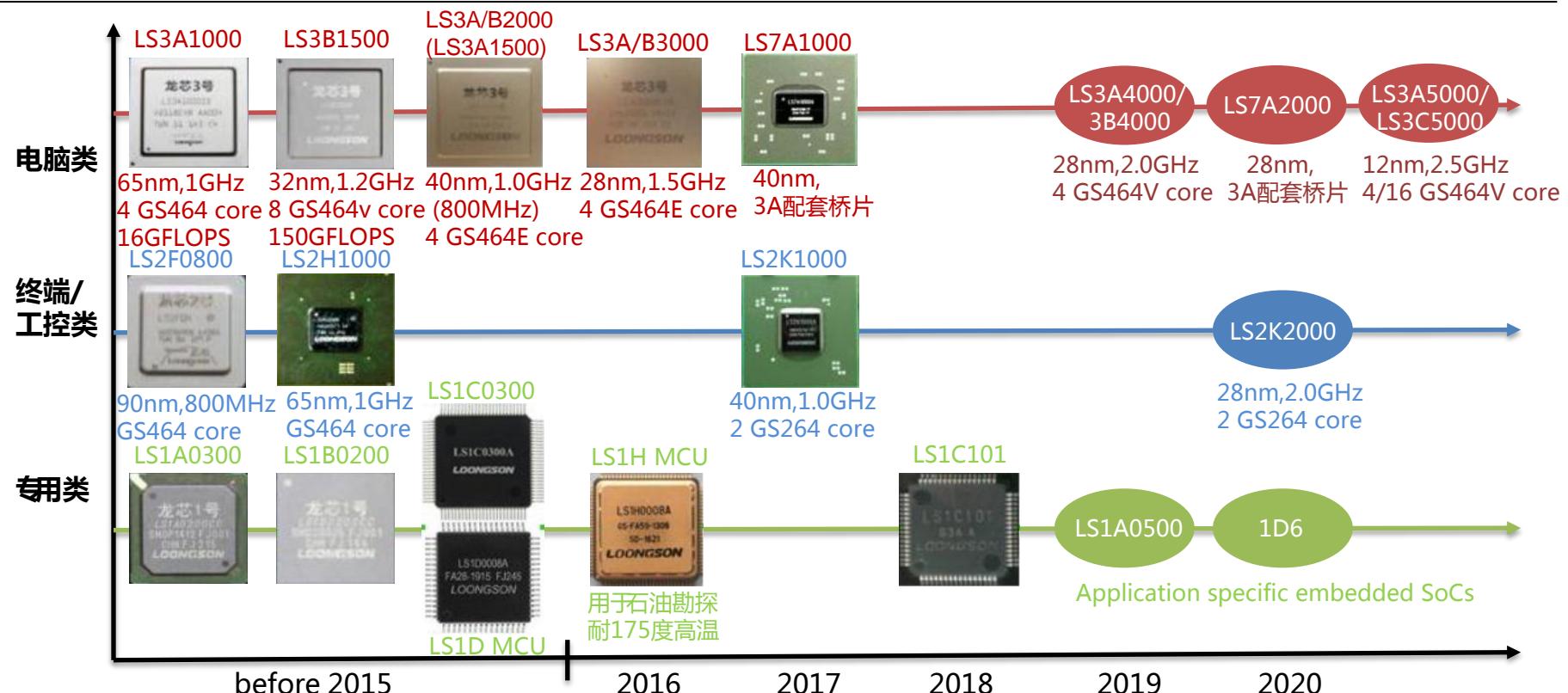
- 中科院计算所从 2001年开始研制龙芯系列处理器，于2010年由中国科学院和北京市政府共同牵头出资，正式成立龙芯中科技术有限公司，旨在将龙芯处理器产业化。
- 龙芯中科公司致力于龙芯系列 CPU设计、生产、销售和服务。主要产品包括面向行业应用的专用小 CPU，面向工控和终端类应用的中 CPU，以及面向桌面与服务器类应用的大 CPU。
- 2019年12月24日，龙芯中科技术有限公司在国家会议中心召开龙芯中科 2019产品发布暨用户大会，推出龙芯新一代处理器架构产品3A4000处理器。

图表：龙芯3A4000/3B4000芯片规格

主频	峰值运算速度	核心个数	处理器核	内存控制器	制造工艺	功耗管理	典型功耗
1.6GHz-2.0GHz	128GFlops	4	64 位处理器核 GS464v；支持MIPS64指令集；支持LISA64指令集；12级流水线；四发射乱序执行；2个定点单元、2个向量单元和2个访存单元	2个64位 DDR3/4-2400 控制器；支持ECC校验	28nm CMOS工艺	支持主要模块（Core、DDR、HT）时钟动态关闭；支持主要时钟动态变频（Core、HT、NOC+SCache）；支持主电压域动态调压（Core+HT+NOC+SCache）	< 40W@1.6GHz < 60W@1.8GHz < 80W@2.0GHz

- 龙芯的发展历程：市场上经过三轮试错，从基本上可用发展到可用，再发展到好用。
- 第一轮：2010-2014年，主要面向工控系统，面向简单应用，做了很多工控类设备；
- 第二轮：2014-2018年，主要面向电子政务系统、十万台规模的信息系统，终端、数据库服务器、应用服务器连在一起形成一个信息平台，这轮试错之后龙芯做到了可用；
- 第三轮：2019-2022年，这轮试错结束之后，龙芯就能做到好用，2020年基本上会达到这个水平，用户体验将与使用英特尔差不多，龙芯就可以走向国际开放市场了。

图表：龙芯系列芯片产品线



■ 对于龙芯来说，大环境下的历史机遇是外因，龙芯的能力是内因，外因永远是通过内因起作用的。中国现在发展自主的信息产业体系，自己的能力和积累就是内因。2020年，龙芯将完成技术补课，在2022年，重心将开始慢慢转到开放市场。

图表：龙芯产品具体情况

芯片	发布时间	内核	主频	功耗	制造工艺	适用领域
龙芯1A	2010.06	单核 32位	300MHz	1.0W	130nm	云终端、工业控制、数据采集、网络设备等领域
龙芯1B	2010.06	单核 32位	266MHz	0.5W	130nm	超低价位云终端、数据采集、网络设备等领域
龙芯1C	2013.02	GS232处理器核	300MHz	0.5W	130nm	工业控制及物联网等领域
龙芯1D	2014	GS132处理器核	8MHz	30uW	130nm	超声波热表、水表和气表测量专用 SoC芯片
龙芯2F	2008.08	单核 64位	800MHz	5W	90nm	个人计算机、行业终端、工业控制、数据采集、网络安全等领域
龙芯2H	2012.11	单核 64位	1GHz	5W	65nm	计算机、云终端、网络设备、消费类电子等领域
龙芯3A1000	2009.10	四核64位	1GHz	15W 支持动态降频	65nm	桌面、服务器、工业控制等领域
龙芯3B1500	2012.05	八核64位	1.2GHz	30W (典型) 60W (向量)	32nm	服务器、桌面计算机、数字信号处理等领域
龙芯3A2000/3B2000	2015.03	四核64位	800MHz-1GHz	15W	40nm	桌面和服务器等领域
龙芯3A3000/3B3000	2016.06	四核64位	1.35GHz - 1.5GHz	30W	28nm	桌面和服务器等领域

- 2013年，龙芯3A1000和3B1500经SPEC CPU 2006测试分值为2-3分，而现在龙芯3A3000达到了10分，3A4000达到了20分。经过实测，28纳米工艺的3A4000与AMD在28纳米工艺上最后的产品 Bulldozer相比，SPEC CPU 2006定点分值相当。
- 目前龙芯正在升级14纳米工艺，性能还能再提高30%-50%。如果成功提升，那就和AMD当前的单核性能一致了。这样龙芯在微结构的技术能力补课才算基本完成。

图表：龙芯3号系列产品



资料来源：龙芯官网，方正证券研究所

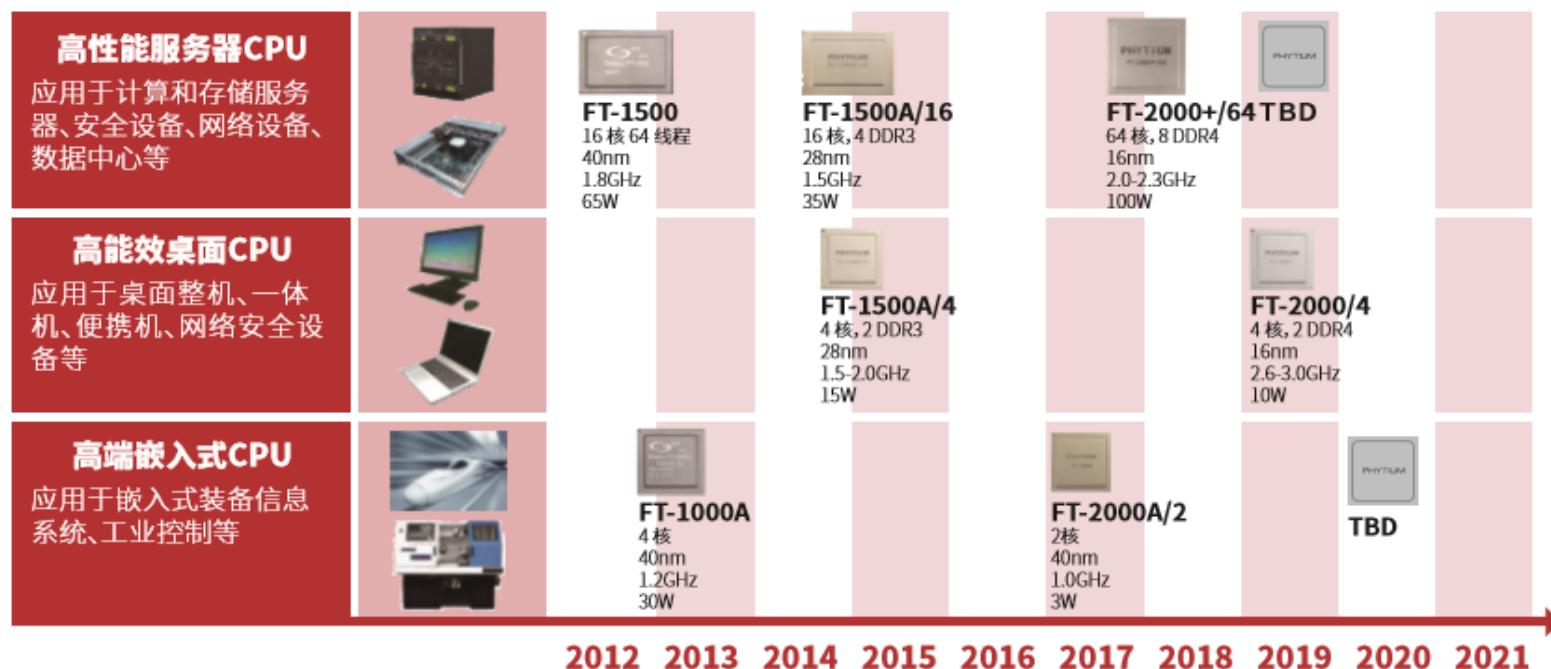
图表：一些CPU处理器的性能对比

CPU性能对比			
	芯片	发布日期	SPECint_rate2006
龙芯	3B4000	2019	570
申威	SW1621	2016	683
飞腾	FT2000/64	2017	700
海思	Kunpeng 920	2019	930
兆芯	KH-37800D	2019	570
宏芯	CPI	2015	730
Intel	Xeon Platinum 8180	2017	1350

资料来源：头条@IT极客老兵，方正证券研究所

- 上世纪 90年代末，飞腾开启“中国芯”研发。2006年，飞腾团队成功研制两代国产CPU，在关键领域实现了规模化应用。十一五期间，第三代飞腾CPU走向商业应用。第三代飞腾使用的是 SPARC指令集架构，但生态系统的孱弱无法支撑其大规模商用，直到第四代飞腾问世，即兼容ARM指令集研发的 FT-2000系列CPU，飞腾才真正进入跨式的腾飞。
- 中国对国产CPU和OS的研发始于上世纪 90年代的“泰山计划”，虽然该计划不幸夭折，但却为中国未来的CPU研发留下了火种，演变为今天的飞腾、龙芯、申威。近年来，随着三个团队的持续发力，中国芯的水平正在慢慢接近国际水准。

图表：飞腾产品路线图



资料来源：飞腾全栈解决方案白皮书，方正证券研究所

图表：飞腾采用架构的转变历程

2011年秋
飞腾
“遵义会议”

继续沿用SPARC架构

FT-1000和FT-1500在超算领域已经能够规模化应用，即将量产的FT-1500的性能和工艺在当时国内已经领先，整体性能也在向国际最先进的CPU逼近。

转向ARM架构

ARM的生态是当前唯一能够与x86抗衡的指令集，软硬件和人才基础都是SPARC所无法企及的



经过设计评估，相比原定的SPARC芯片升级计划，只需多花额外一年的时间，就可以推出ARM平台CPU样片，但产业化推广却可以节约宝贵的时间。

飞腾的使命：

- 1、做出用于超算的高性能CPU
- 2、为关键行业和领域的自主可控信息系统提供核心芯片，助推国产集成电路产业发展。

希望可以助推国产集成电路产业的发展，最终打破Intel在高端服务器芯片领域的垄断地位。

坚定转投ARM架构

- 2011年飞腾坚定地转向ARM，正是看准了纯粹依靠政府无法在CPU大战中生存。过分强调指令集自主发展，结果可能会是让一家本就离Intel和ARM相距甚远的企业，彻底丧失追赶的可能。**自主产业发展并不意味着封闭，只有以开放的姿态融入世界主流技术体系，逐步占据产业链关键节点，才是中国CPU相关企业的生存之道。**
- 自飞腾转向ARM体系后，团队迅速扩大，研发速度、芯片性能及生态建设得到明显提升，7年不到时间里，先后推出了一系列高性能CPU产品，构建了以飞腾CPU为核心的全自主生态系统，覆盖了多个应用领域，为党政办公系统、云计算与大数据平台等多个领域的国产化替代提供全面的解决方案。飞腾也成为国产CPU企业中，唯一一个从高性能计算芯片到桌面、嵌入式芯片均能提供产品的企业。

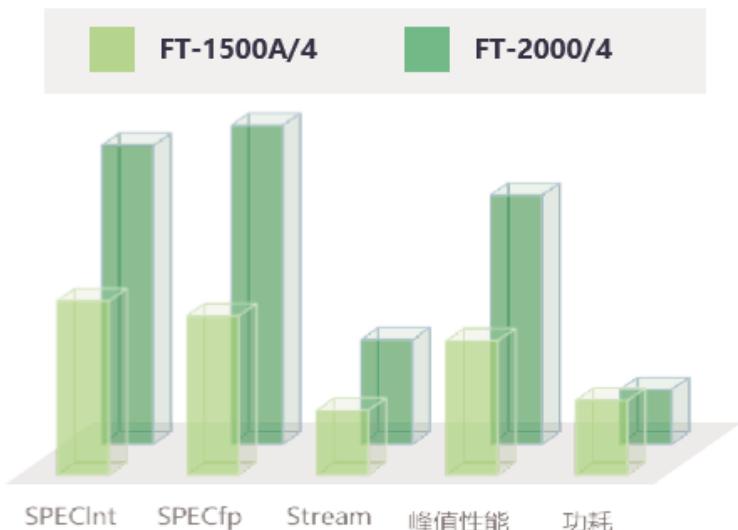
图表：飞腾芯片情况

产品	发布时间	主频	核心	研发定位	工艺	功耗
FT1000	—	1.0GHz	8	高性能计算服务器	65nm	—
FT1000A	—	1.2GHz	4	桌面和服务器	40nm	—
FT-1500A/4	2015.03	1.5-2.0GHz	4	轻量级服务器和桌面	28nm	最大15W
FT-1500A/16	2015.03	1.5GHz	16	高吞吐率服务器	28nm	最大35W
FT-2000/64	2016.08	1.5-2.0GHz	64	高性能、高吞吐率服务器	28nm	最大100W
FT-2000+/64	2018.07	2.2-2.4GHz	64	高性能、高吞吐率服务器	16nm	典型功耗100W

资料来源：飞腾官网，方正证券研究所

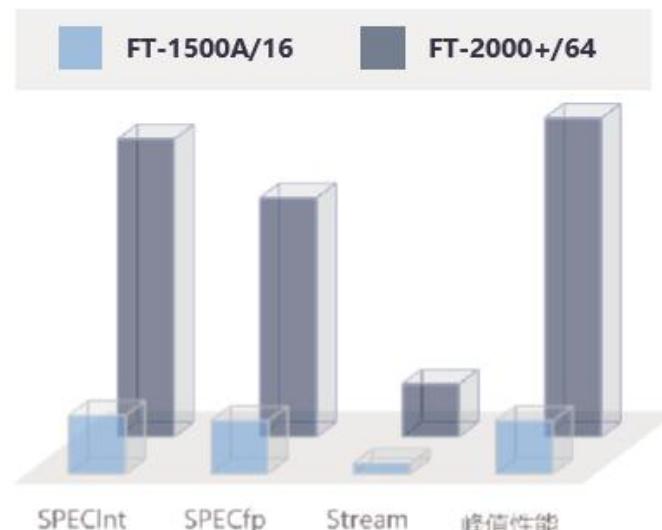
- “火星”的诞生。虽然火星CPU性能可以媲美国际主流，但整机构建成本非常高，导致其产业化之路并不顺畅。为进一步降低成本，2017年飞腾推出了FT-2000+，该款芯片是飞腾目前最顶尖、性价比最高的产品。考虑到芯片面积，舍弃了三级缓存，虽对性能有一定影响，但单片却大幅降低整机成本，提高了整机可靠性，更符合市场需求。使用FT-2000+的整机构建成本比FT-2000低50%，spec2006实测性能达到了2014年Intel至强E5主流服务器CPU的水平，依然是国内最高性能的服务器CPU。该款芯片的诞生，标志着飞腾完成了科研思维到市场思维的蜕变。

图表：FT-1500A/4与FT-2000/4性能对比



新一代桌面芯片性能较上一代提升 1 倍，功耗降低 33%

图表：FT-1500A/16与FT-2000+/64性能对比

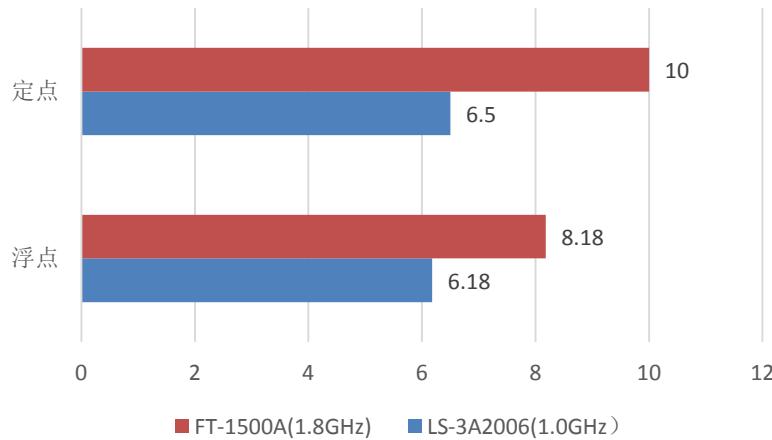


新一代服务器芯片性能较上一代提升 5.5 倍

资料来源：飞腾全栈解决方案白皮书，方正证券研究所

- 飞腾凭借在国际IC设计领域的亮眼表现，入选美国EE Times 2017 “Silicon60” 全球60家最值得关注的半导体与电子类创新科技公司，以及首届中国 IC独角兽二十强企业。
- 飞腾的发展，符合国际主流、自主可控的技术路线。在桌面终端、服务器领域，飞腾以低功耗、高性能、低延时的特征，满足节能绿色的社会发展大趋势。从实践应用来看，在党政军“小市场”，飞腾以替代升级的高大理念，后发制人，开始形成主导地位。闭关和封锁都无法阻止资源流动，争取可持续发展才是企业最本能的天性。从这一点来看，飞腾应该更具有发展前途，或许真正成为中国主流的技术体系。

图表：飞腾、龙芯芯片SPEC2006CPU性能



图表：飞腾、龙芯 JS 的引擎性能、HTML5 兼容性对比

	JavaScript引擎性能	HTML5兼容性分值
	Sunspider V1.0.2分值 (越高越好)	V8基准套件分值 (越低越好)
FT-1500A(1.8GHz) Chrome37.0.2062.94	535.3	7502
LS-3A2006(1.0GHz) Chrome31.0.0-8.0	1641.8	462

资料来源：驱动之家，方正证券研究所

资料来源：企业通预警，方正证券研究所

- 随着万物互联时代的来临，用户都呼唤终端设备有更高的性能、更好的用户体验和对云服务更广泛的接入。同时，随着云计算技术的发展，政府、金融、教育等各行业都在寻求信息化建设转型，逐步地向私有云甚至公有云环境进行迁移，对云服务设备的高算力和低功耗要求也越来越强烈。
- 飞腾作为生态系统全栈底层的芯片供应商之一，为各种终端、服务器、网络、存储和安全等设备提供核心算力支撑，同时垂直向上适配兼容各层次的系统软件和应用软件。

图表：基于飞腾平台的终端全栈架构图

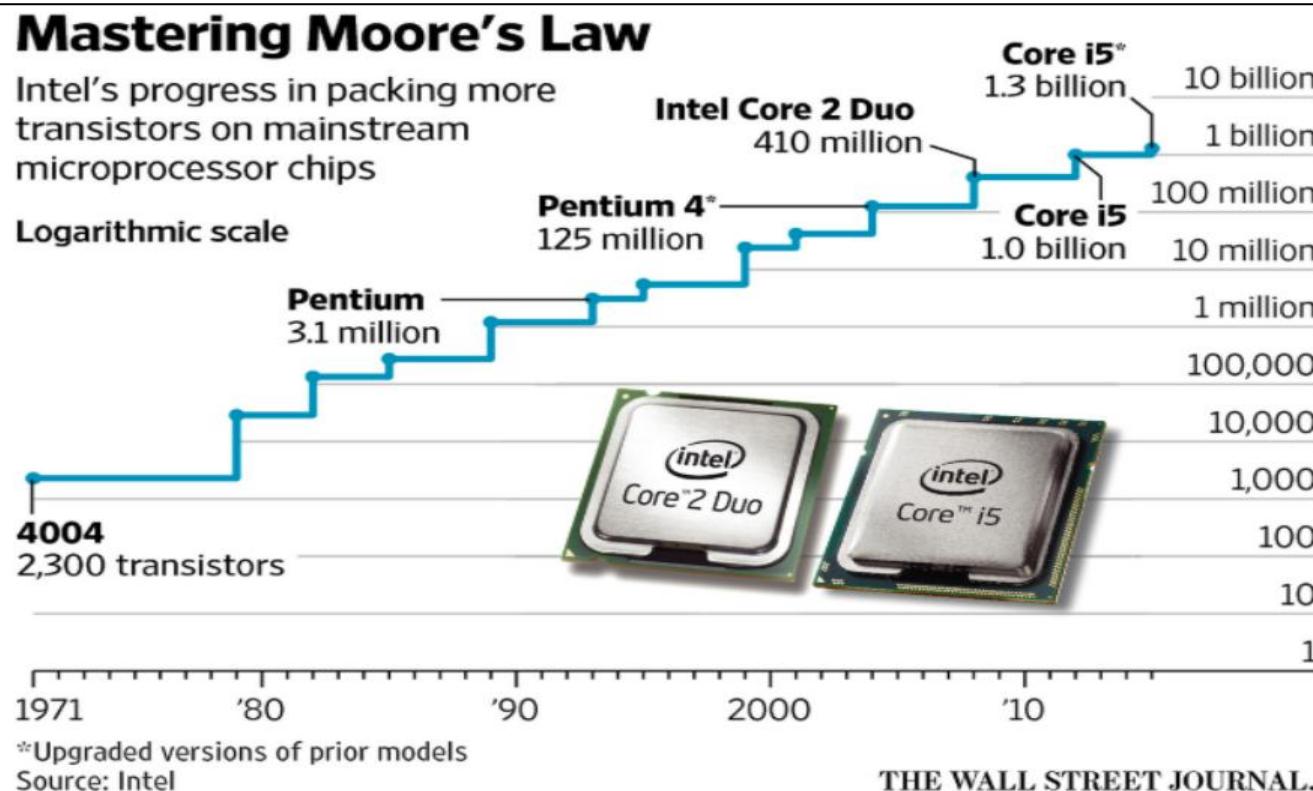


SECTION 3

中国水平的发展现状与未来

- 互联网三大定律：摩尔定律、吉尔德定律和迈特卡夫定律。摩尔定律是由英特尔创始人之一戈登·摩尔提出来的。
- 内容为：当价格不变时，集成电路上可容纳的元器件的数目，约每隔18-24个月便会增加一倍，性能也将提升一倍。换言之，每一美元所能买到的电脑性能，将每隔18-24个月翻一倍以上。这一定律揭示了信息技术进步的速度。

图表：intel的发展过程验证了摩尔定律的正确性



资料来源：华尔街新闻，方正证券研究所

英特尔、苹果、三星、台积电的渊源：

- iPhone第一代发布前一年，英特尔拒绝了为乔布斯提供手机 CPU 并且卖掉了自己的 ARM 分部 XScale。苹果最终选择了三星。
- 2012-2013年，苹果为了去三星化寻求 iPhone 5S 的 A7 处理器代工厂。英特尔仍无反应，台积电还没有能力接这么大的订单。
- 三星的快速发展让他们与苹果的关系越来越糟糕，之后苹果选择巨资投向台积电，终于实现了 20nm A8 处理器的量产。与此同时，英特尔已开始量产 14nm，领先台积电 1-1.5 代。
- 半导体先进制程需要太多资金的投入，苹果这个大客户的驱动终于给台积电井喷的动力，并在 7nm 站到巅峰。

我们可以得出结论：CPU 的发展符合摩尔定律，不断迭代，存量产品不断被淘汰，因而存在后发国家能够超越先行国家的发展机遇，这也正是中国能够崛起的产业理论基础。

图表：苹果A7、A8处理器部分参数对比

处理器	制作工艺	核心数	主频参数	CPU性能	GPU性能	晶粒大小
A7	28nm	双核	1.3GHz	40x	56x	102mm ²
A8	20nm	双核	1.4GHz	50x	86x	89mm ²

资料来源：维基百科，方正证券研究所

- CPU是计算机系统的核心和大脑，也是国家大宗战略物资，系统复杂研发难度高。我国CPU研发起步较早，但发展较为坎坷，步入正轨是在“十二五”之后。在国家集成电路产业政策和大基金投资等多重措施支持下，一大批国产CPU设计单位成长起来，产品覆盖了高性能计算、桌面、移动和嵌入式等主要应用场景。
- 目前国内少数部分CPU厂商具备完全自主发展能力，但多数仍依托国际合作。总体说来，国产CPU生态短板逐步补齐。

图表：国产CPU基本情况

国产芯片	海光	龙芯	兆芯	飞腾	宏芯	申威	鲲鹏
指令集	X86指令集 (AMD Zen架构)	MIPS	X86/ARM 指令集	SPARC/ARM	Power	Alpha	ARM V8
架构来源	授权	授权+自研	授权	授权	授权	授权+自研	授权
所属公司	海光信息技术有限公司	龙科中芯技术有限公司	上海兆芯电子科技有限公司	天津飞腾信息技术有限公司	苏州中晟宏芯信息科技有限公司	成都申威科技有限责任公司	海思半导体有限公司
应用领域	应用于服务器	桌面、服务器、工业控制等领域	面向桌面/便携终端，嵌入式等	服务器领域，桌面办公领域	RedPower处理器：办公、政务、监控、信息采集计算等	服务器、超算领域	主要应用在服务器领域

资料来源：各芯片公司官网，方正证券研究所

国产CPU发展方式



- 上个世纪末，国内信息化加速，电子信息制造业快速发展，国家开始重视“缺芯”问题。十五期间科技部启动了“泰山计划”。该计划为国产CPU的发展留下了火种，如今演变成了国产CPU设计的三支国家队：飞腾、申威和龙芯。
- 除“泰山计划”外，科技部也在通过“863计划”对国产CPU进行支持。从十一五开始，通过“核高基”对重点企业进行扶持。十二五以来，国家通过集成电路产业优惠政策、产业基金等措施扶持国产CPU产业，国内也培育出一批研究机构，发展走向正轨。
- 目前，活跃在市场上的国产CPU绝大多数都是采用同国外合作的方式，主要途径包括购买指令集授权、技术合作等。从拿到授权到设计出产品，需要大量的资金、人员投入，以及国家产业政策的持续支持。

图表：CPU主要授权方式

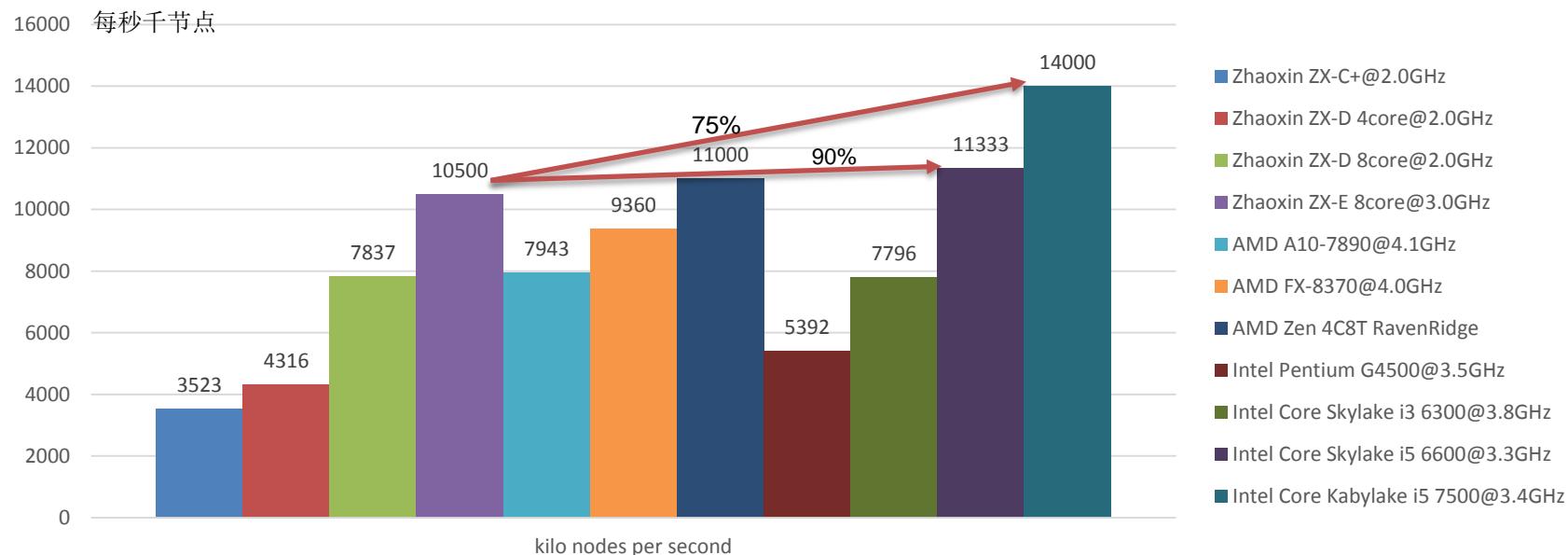
架构授权：允许被授权方研发芯片，兼容授权方发展出来的指令集架构。但由于架构只是设计理念，对被授权方的研发能力要求非常高，比如寄存器传输级模型和布线都需要自主设计。主要代表：天津飞腾、龙芯和申威等。

软核授权：软核是用HDL文本形式提交给用户，经过RTL级设计优化和功能验证，其中不含有任何具体的物理信息。据此，用户可以综合出正确的门电路级设计网表，并可以进行后续的结构设计，具有很大的灵活性。设计难度和自由度低于架构授权。

硬核授权：已有固定的拓扑布局和具体工艺，通过工艺验证。其提供给用户的形式是电路物理结构掩模版图和全套工艺文件，用户拿到授权之后就可以生产。硬核的设计和工艺已经完成而不能更改。自主可控能力最弱，但商业化成功的可能性最高。

- 近些年，中国在集成电路领域取得了显著的成绩，诞生了很多优秀的国内芯片公司。这些公司大部分成立于10年前，目标是取代国外低端芯片产品，通过巨大的价格差距切入市场，再不断迭代产品走向中高端。目前在低端芯片领域已经做到自给自足。
- CPU是追赶难度最大的高端芯片。英特尔几乎垄断了全球市场，国内相关企业约有3-5家，但都没有实现商业量产，仍然依靠申请科研项目经费和政府补贴维持运转。龙芯等国内CPU设计企业虽然能够做出CPU产品，且在部分指标上可能超越国外CPU，但由于缺乏产业生态支撑，还无法与占主导产品竞争。从龙芯，海光和兆芯，申威，再加上一些交换芯片，ARM架构的处理器，中国基本上能实现整个计算机和网络设备的全自主。

图表：处理器性能媲美国际主流水准



资料来源：WCCFTECH网站，方正证券研究所

国家支持CPU发展的相关政策



在中美科技领域竞争加剧的背景下，国家对CPU领域的支持力度逐步加大，政策日趋完善，为产业后续实现跨越式发展创造了良好的外部环境。

- 对CPU相关的元硬件研发引导、资金支持以及财税优惠政策有所倾斜；
- 支持企业通过兼并重组、国际合作等方式做大做强，提高国产化替代能力；
- 加强应用端扶持，推动国产化采购工作，将基于国产芯片的整机产品列入政府采购清单；
- 加强人才培养，将与教育部合作加强集成电路人才队伍建设，将集成电路设置为一级学科，引导更多的高校、科研院所参与到研究中，培养相应的研究生和本科生集成电路人才。

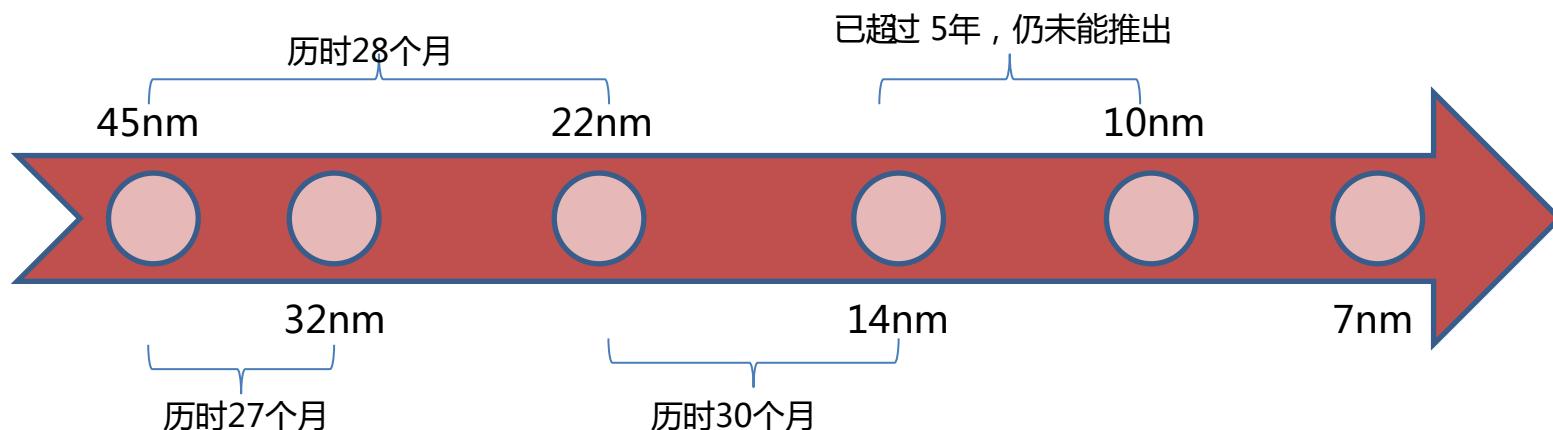
图表：近年来我国CPU相关政策

部门	国务院	国务院	中央办公厅 国务院办公厅	国务院	财政部 税务总局 发改委、工信部	中央国家机关政 府采购中心
政策名称	《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》	《国家集成电路产业发展推进纲要》	《国家信息化发展战略纲要》	《“十三五”国家信息化规划》	《关于集成电路生产企业有关企业所得税政策问题的通知》	《2018-2019年中央国家机关信息类产品（硬件）和空调产品协议供货采购项目征求意见公告》
主要内容	延续增值税、所得税和进口税等优惠措施，鼓励兼并重组、保护知识产权	明确行业发展增速、缩小差距等目标，提出重点领域芯片发展、产业生态建设、安全可控产业体系建设等任务	提出打造国际先进、安全可控的核心技术体系，带动集成电路、基础软件、核心元器件等薄弱环节实现根本突破	指出要提升高端通用芯片、集成电路装备、基础软件等关键核心技术，构建先进、安全可控的核心技术和产品体系	对符合条件的集成电路设备企业或者项目，实行两免三减半的优惠政策	《公告将龙芯、申威、飞腾等国产CPU服务器列入政府采购清单》
时间	2011.2.9	2014.6.24	2016.7.26	2016.12.19	2018.3.28	2018.5.23

资料来源：智东西，方正证券研究所

- 国内CPU绝大多数都是进口或者采购国外企业在华产品。2019年前7个月，我国芯片累计进口额为1645.71亿美元，继续超过原油居国内进口产品首位。
- 更为严峻的是，全球核心技术和关键产品武器化趋势明显。我国作为电子信息终端制造大国，若是在CPU这种关键器件上缺乏有效的应对和准备，将会对国民经济社会发展产生极具破坏性的影响。
- 最后，CPU进入后摩尔定律时期升级速度趋缓，国产CPU离天花板较远，缩小差距存在可能。目前，英特尔的最新工艺水平已经到了14nm，后续提升至10nm难度非常大，性能提升速度将显著趋缓。即使是工艺已经升级到7nm的台积电，后续离硅加工极限（3nm）已非常接近，空间非常小。而国内企业制程和性能水平相对较低，所处的阶段反而更会像英特尔发展的早期，如果能够保证持续的研发投入，我们认为在传统通用CPU可以实现按照摩尔定律进行追赶，进而缩小差距。

图表：英特尔桌面CPU加工工艺升级进展



资料来源：智东西，方正证券研究所

国产CPU发展机遇及前景展望



图表：麒麟990 5G AI跑分登顶AI Benchmark排行榜单

Processor	华为麒麟	CPU Cores	AI Accelerator	Year	CPU Q AI Score	CPU F AI Score	QUANT Score	QUANT Accuracy	FP16 Score	FP16 Accuracy	FP32 Score	FP PAR Score	Accuracy	AI-Score
HiSilicon Kirin 990 5G	3x2.86 + 3x2.36 GHz A76 & 4x1.95 GHz A55	NPU (Da Vinci) + GPU (Mali-G76)	2019	1575	3744	6899	79	38042	93	716	649	88	52403 ^{1.4}	
Unisoc Tiger T710	4x2 GHz Cortex-A75 & 4x1.8 GHz Cortex-A55	NPU / n.a.	2019	1400	2113	8255	96	15603	79	394	314	85	28097 ^{1.4}	
Snapdragon 855 Plus	1x2.96 + 3x2.42 + 4x1.8 GHz Kryo 485	DSP (Hex. 690) + GPU (Adreno 640)	2019	2260	4133	6483	40	8918	30	1356	1063	34	24652 ¹	
HiSilicon Kirin 810	2x2.27 GHz Cortex-A76 & 6x1.88 GHz A55	NPU (Da Vinci)	2019	1116	2517	1703	80	17912	95	460	360	90	24354 ¹	
Snapdragon 855	1x2.84 + 3x2.41 + 4x1.78 GHz Kryo 485	DSP (Hex. 690) + GPU (Adreno 640)	2018	2106	3431	5535	55	7342	37	1156	714	43	20554 ¹	
Mediatek Helio P90	2x2.2 GHz Cortex-A75 & 6x2 GHz Cortex-A55	DSP x 2 + APU / n.a.	2018	1067	2038	6566	98	10120	94	140	69	96	20050 ¹	
Exynos 9825 Octa	2x2.7 GHz M4 & 2x2.4 GHz A75 & 4x1.9 GHz A55	GPU (Mali-G76 MP12) + NPU x 2	2019	1591	2956	2077	60	9170	45	780	747	50	17514 ^{1.4}	
HiSilicon Kirin 980	2x2.6 GHz + 2x1.92 GHz A76 & 4x1.8 GHz A55	NPU x 2 / n.a.	2018	1817	3447	222	60	10750	85	139	64	76	16684 ²	
Exynos 9820 Octa	2x2.7 GHz M4 & 2x2.3 GHz A75 & 4x2 GHz A55	GPU (Mali-G76 MP12) + NPU x 2	2018	1491	2645	1656	60	8367	45	744	701	50	15713 ^{1.4}	
Snapdragon 845	4x2.8 GHz Kryo 385/G & 4x1.7 GHz Kryo 385/S	DSP (Hex. 685) + GPU (Adreno 630)	2018	1605	2172	2031	58	6327	38	916	683	45	13894 ¹	

资料来源：AI Benchmark，方正证券研究所

国产CPU正从可用向好用转变，自主产业发展未来可期

- 中美在科技领域的博弈具有长期性，美国的科技制裁导致国际供应链断裂和信息安全风险加剧，倒逼国内CPU加快自主产业发展步伐。
- 目前国产CPU在党政军领域的广泛应用加快了民用化的进程，潜力巨大，未来国产CPU在传统领域存在追赶机会。
- 国家出于战略安全、产业升级角度考虑，持续加大对国产CPU研发、应用等领域的支持力度，给AI、开源架构带来换道超车可能。
- 国产CPU实现发展，才能掌握信息技术发展权，才能实现国家信息产业转型升级。芯片不突破，国家信息产业发展就是空中阁楼。

- 贸易摩擦反复导致行业中公司销售下滑；
- 行业竞争激烈导致产品价格下滑；
- 技术更新快速研发投入不够。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

本研究报告由方正证券制作及在中国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。本研究报告仅供方正证券的客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

在任何情况下，本报告的内容不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求，方正证券不对任何人因使用本报告所载任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告版权仅为方正证券所有，本公司对本报告保留一切法律权利。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处且不得进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

公司投资评级的说明

强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；

推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；

中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；

减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

行业投资评级的说明

推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；

中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；

减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

专注 专心 专业

联系人：吴文吉 wuwenji@foundersc.com



方正证券研究所

北京市西城区展览路48号新联写字楼6层
上海市浦东新区新上海国际大厦33层
广东省深圳市福田区竹子林四路紫竹七路18号光大银行大厦31楼
湖南省长沙市天心区湘江中路二段36号华远国际中心37层

有点报告社群

分享8万+行业报告/案例、7000+工具/模版；
精选各行业前沿数据、经典案例、职场干货等。



截屏本页，微信扫一扫或搜索公众号“有点报告”
回复<进群>即刻加入