

CPU 行业研究

买入（首次评级）

行业深度研究

证券研究报告

计算机组

分析师：孟灿（执业 S1130522050001）

mengcan@gjzq.com.cn

联系人：纪超

jichao@gjzq.com.cn

中流击水—六大国产 CPU 厂商分析

行业观点

- CPU 是底层硬件基础设施中的核心，当前主流芯片架构为 ARM 和 X86，均为国外主导，芯片国产化率较低。“十五”期间，国家启动发展国产 CPU 的泰山计划，863 计划也提出自主研发 CPU。2006 年核高基专项启动，国产 CPU 领域迎来新一轮的国家支持，鲲鹏、飞腾、龙芯、兆芯、海光、申威等一批优质国产 CPU 厂商快速崛起。
- 海光信息和兆芯采用 x86 架构 IP 内核授权模式，可基于公版 CPU 核进行优化或修改，优点是性能起点高、生态壁垒低，缺点是需要支付授权费、自主创新程度较低。海光最新一代 CPU 已接近国际同类高端产品水平，并兼容 x86 指令集，具备较高的应用兼容性和较低的迁移成本，在电信、金融、互联网等领域优势显著，其与第一大股东中科曙光的高效协同为公司产品放量打下了深厚基础。
- 华为鲲鹏和天津飞腾采用 ARM 指令集架构授权，可自行设计 CPU 内核和 SOC，也可扩充指令集，自主化程度相对较高。华为鲲鹏 920 处理器是业内首款 7nm 数据中心 ARM 处理器，非 X86 架构芯片中鲲鹏 920 芯片在算力维度方面优势领先，且发展至今已经达到可以与 X86 芯片相匹配的性能。鲲鹏计算产业经过多年发展，已涵盖全栈 IT 基础设施、行业应用及服务。飞腾则基于 PKS 体系，在党政信创领域市占率领先，市占率高且产业链更为完整。
- 龙芯中科采用自研的 LoongArch 指令集，拥有较强的自主性和可靠性，其秉承独立自主和开放合作的运营模式，从指令集/IP 核授权、到芯片级/主板级开发以及系统内核应用等方面对生态伙伴进行全方位的开放支持。申威采用自研的申威 64 位指令集，重点应用于特种领域，努力实现在国防和网络安全领域芯片的自主可控。随着其产品技术的日益成熟，其生态也不断趋于完善。

投资建议

- 我们认为在国内 CPU 领域中应优先关注厂商的生态建设，即解决“不可用”的问题，其次再重点关注其性能，即“好不好用”的问题。综合以上分析，建议关注华为鲲鹏产业链、中国电子飞腾产业链和具备生态优势的海光产业链。

风险提示

- 研发进度不及预期；政策落地不及预期；市场竞争加剧风险。

内容目录

1. 中流击水—六大国产 CPU 厂商分析.....	5
1.1 华为鲲鹏—快速崛起的领导者.....	6
1.2 飞腾—PKS 生态的主导者.....	10
1.3 海光信息—性能领先的实干者.....	12
1.4 兆芯—合资 CPU 的探路者.....	16
1.5 龙芯中科—自主架构的先驱者.....	19
1.6 申威—特种领域的引领者.....	23
2 风险提示.....	26

图表目录

图表 1: 六大国产 CPU 厂商对比.....	5
图表 2: 从指令集架构看 CPU 市场格局.....	6
图表 3: 华为芯片全景图.....	6
图表 4: Kunpeng 芯片族策略.....	7
图表 5: 鲲鹏 920 处理器关键特性.....	7
图表 6: 鲲鹏 920 SPECINT 2006 横向对比.....	8
图表 7: OpenEuler 开源社区.....	8
图表 8: 基于 Kunpeng 处理器的鲲鹏计算产业.....	9
图表 9: 鲲鹏计算产业首批厂家.....	9
图表 10: 成都市鲲鹏产业发展推进体系架构图.....	9
图表 11: 成都天府新区鲲鹏生态产业园布局.....	9
图表 12: 飞腾经过 20 年技术积累产品线完善.....	10
图表 13: 飞腾腾云 S2500 性能提升明显.....	10
图表 14: 腾锐 D2000 与飞腾其他产品的性能对比.....	11
图表 15: 飞腾部分生态合作伙伴.....	11
图表 16: PKS 可信架构.....	12
图表 17: 鲲鹏计算产业与 PKS 技术路线对照表.....	12
图表 18: 中科曙光为海光信息的第一大股东.....	13
图表 19: 海光信息和 AMD 公司合作密切.....	13
图表 20: 海光 CPU 主要规格和特点.....	13
图表 21: 海光、飞腾、龙芯营收对比(单位: 亿元).....	14
图表 22: 海光、飞腾、龙芯净利润对比(单位: 亿元).....	14
图表 23: 公司在电信和金融领域优势显著.....	15
图表 24: 海光 7285 与 Intel 至强铂金系列产品对比.....	15
图表 25: Wintel 生态圈.....	16
图表 26: 中科曙光产品体系丰富.....	16
图表 27: 兆芯产品体系与解决方案.....	17
图表 28: 兆芯产品系列.....	17
图表 29: 兆芯部分行业应用及案例.....	18
图表 30: 基于兆芯处理器的产品应用图.....	18
图表 31: 兆芯新一代处理器 SoC 全集成.....	18
图表 32: 开先 KX-6000/开胜 KH-30000 系列特性.....	18
图表 33: 兆芯 KX-6000 系列处理器横向对比.....	18

图表 34: 新一代高速低功耗内核	19
图表 35: 龙芯中科发展历程	19
图表 36: 龙芯中科产品体系	19
图表 37: LoongArch 架构优势	21
图表 38: 龙芯 3A5000/3B5000 产品参数	21
图表 39: 3A5000 在 SPEC CPU 2006 BASE 性能测试中的表现	22
图表 40: Stream Copy 测试子项性能中龙芯 3A5000 表现出色	22
图表 41: 龙芯生态	23
图表 42: 龙芯的开源社区建设	23
图表 43: 申威主要产品系列	23
图表 44: 申威 26010 性能对比	24
图表 45: 申威处理器在超算领域的应用	24
图表 46: 终端处理器性能对比 (SPEC 分值)	25
图表 47: 服务器处理器性能对比 (SPEC 分值)	25
图表 48: 申威生态	25

1. 中流击水—六大国产 CPU 厂商分析

- 经过多年发展，国产 CPU 初步形成六大厂商齐头并进格局。“十五”期间，国家启动发展国产 CPU 的泰山计划，863 计划也提出自主研发 CPU。2006 年核高基专项启动，国产 CPU 领域迎来了新一轮的国家支持。鲲鹏、飞腾、龙芯、兆芯、海光、申威等一批优质国产 CPU 企业再度启航。

图表1：六大国产 CPU 厂商对比

对比指标	海光	龙芯	鲲鹏	飞腾	兆芯	申威
合作方/资方	AMD/中科曙光	中科院研究所	华为	天津飞腾/CEC	VIA/上海国资委	江南计算所/CETC
指令集体系	X86 (AMD)	LongISA2.0+MIPS	ARMv8	ARMv8	X86 (VIA)	ALPHA, SW-64
架构来源	IP 授权	指令集授权+自研	指令集授权	指令集授权	IP 授权	指令集授权+自研
代表产品	海光 1 号 海光 2 号 海光 3 号 海光 4 号	龙芯 1 号 龙芯 2 号 龙芯 3 号	鲲鹏 920	腾云 S 系列 腾锐 D 系列 腾珑 E 系列	ZX-C ZX-D KX-5000 KX-6000 KH-20000	SW1600 SW1610 SW26010
产品覆盖领域	服务器	桌面、服务器	服务器、桌面、嵌入式	服务器、桌面、嵌入式	服务器、桌面、嵌入式	服务器、桌面
应用市场	党政+商用	党政市场	党政+商用	党政+商用	党政+商用	军方+党政
优势	X86 最新授权，性能较强，应用生态丰富	起步最早，适配厂商多，自主化程度高	ARM 前景广阔；产品线极其丰富，性能最强；党政+商用市场接受程度高	ARM 前景广阔；产品线丰富，性能不断提升；架构层级授权自主化程度较高	上海地区覆盖广，x86 应用生态丰富	在军方市场占有率高，底层应用、超算为主力方向
劣势	目前自主化程度相对低；股权结构复杂；无桌面授权	MIPS 生态应用匮乏、性能一般，不利于商用市场拓展	受制裁中，未来存在不确定性	产品起步晚，性能相对弱势	早期的 x86 内核层级授权，市场开拓不足	超算为主要方向，商用产品开发不足
厂商	服务器：中科曙光	台式机：曙光、联想、方正、同方等； 服务器：云海麒麟、五舟科技、清华同方、长城等； 笔记本：方正、同方、山东超越、北京计算机研究所等	服务器：华为	台式机：长城； 笔记本：长城； 服务器：清华同方、浪潮、联想、长城等	台式机：联想、同方； 笔记本：联想； 服务器：云海麒麟、火星舱、联想、秉时	服务器：ZoomServer、云海麒麟、联想、方正、宝德等
实际应用	国家级超算项目	玲珑、逸珑、福珑、北斗导航卫星	华为服务器	天河一号、天河二号、天河三号	笔记本、服务器、火星舱存储系统	神威蓝光、神威-太湖之光
代工厂	格罗方德、三星	意法半导体	台积电	台积电	台积电	中芯国际
最小制程	14nm	28nm	7nm	16nm	16nm	28nm

来源：华经情报网，亿欧智库，各公司官网，国金证券研究所

- 各主流设计架构路线均有国产 CPU 厂商采用。海光信息和兆芯采用 x86 架构 IP 内核授权模式，可基于公版 CPU 核进行优化或修改，优点是性能起点高、生态壁垒低，缺点是需要支付授权费、自主创新程度较低。华为鲲鹏和天津飞腾采用 ARM 指令集架构授权，可自行设计 CPU 内核和 SOC，也可扩充指令集，自主化程度相对较高。目前海

思、飞腾均已经获得 ARMv8 永久授权，尽管 ARM 此前表态 ARMv9 架构不受美国出口管理条例约束，华为海思等国内 CPU 产商依然可获授权，但是 ARMv9 不再提供永久授权，采用 ARM 架构仍有长期隐患。RISC-V 因其相对精简的指令集架构（ISA）以及开源宽松的 BSD 协议近年来发展较快，国内阿里平头哥、国芯科技等企业推出了该架构相关产品。MIPS 和 ALPHA 指令架构相对小众，对应国产 CPU 的代表性企业分别是龙芯和申威。

图表2：从指令集架构看 CPU 市场格局

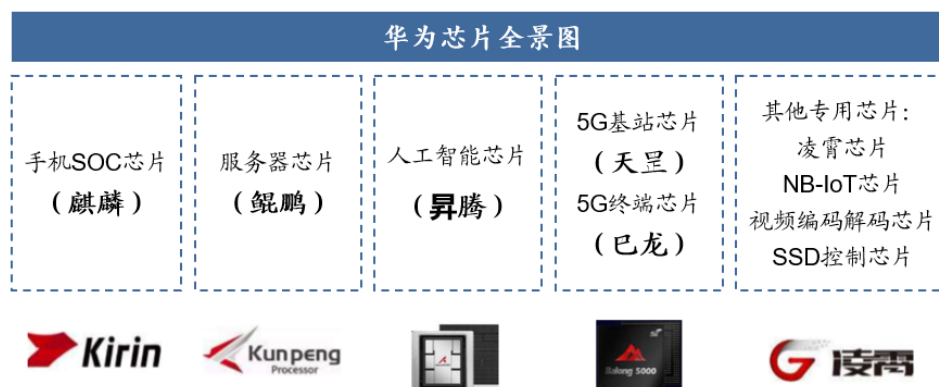
项目	复杂指令集（CISC）	精简指令集（RISC）		
主要架构	x86	ARM	MIPS	Alpha
架构特征	1、指令系统庞大，功能复杂，寻址方式多，且长度可变，有多种格式 2、各种指令均可访问内存数据 3、一部分指令需多个机器周期完成 4、复杂指令采用微程序实现 5、系统兼容能力较强	1、指令长度固定，易于译码执行 2、大部分指令可以条件式地执行，降低在分支时产生的开销，弥补分支预测器的不足 3、算数指令只会在要求时更改条件编码	1、采用 32 位寄存器 2、大多数指令在一个周期内执行 3、所有指令都是 32 位，且采用定长编码的指令集和流水线模式执行指令 4、具有高性能高速缓存能力，且内存管理方案相对灵活	1、采用 32 位定长指令集，使用低字节寄存器，占用低内存地址线 2、分支指令无延迟槽，使用无条件分支码寄存器
架构优势	x86 架构兼容性强，配套软件及开发工具相对成熟，且 x86 架构功能强大，高效使用主存储器，在处理复杂指令和商业计算的运用方面有较大优势	ARM 结构具有低功耗、小体积的特点，聚焦移动端市场，在消费类电子产品中具有优势	MIPS 结构设计简单、功耗较低，在嵌入式应用场景具有优势	Alpha 结构简单，易于实现超标量和高主频计算
主要应用领域/使用场景	服务器、工作站和个人计算机等	智能手机、平板电脑、工业控制、网络应用、消费类电子产品等	桌面终端、工业、汽车、消费电子系统和无线电通信等专用设备	嵌入式设备、服务器等
国内主要应用厂商	海光信息、兆芯	华为鲲鹏、飞腾	龙芯中科	申威

来源：海光信息招股说明书，国金证券研究所

1.1 华为鲲鹏—快速崛起的领导者

- 华为芯片基于 ARM 架构，研发五大芯片族，实现全场景布局。华为自研芯片产品主要包括服务器芯片鲲鹏系列、手机 SOC 芯片麒麟系列、人工智能芯片昇腾系列、5G 基站芯片天罡系列、5G 终端芯片巴龙系列等，以及一系列专用芯片，如凌霄芯片、NB-IoT 芯片、视频编码解码芯片以及 SSD 控制芯片等。

图表3：华为芯片全景图

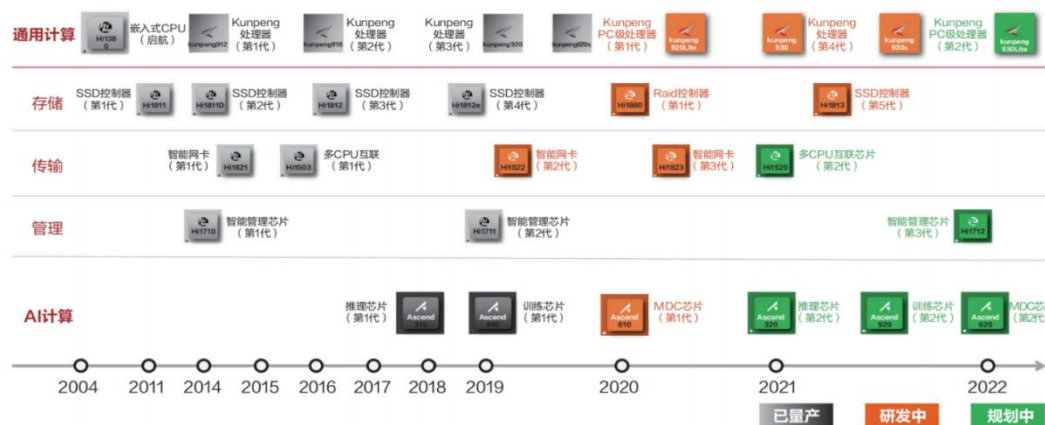


来源：CSDN，国金证券研究所

- 鲲鹏处理器基于 ARM v8 指令集永久授权，自主研发设计处理器内核，兼容全球 ARM

生态，并围绕鲲鹏处理器打造了“算、存、传、管、智”五个子系统的芯片族，实现全场景处理器布局。华为从 2004 年开始投资研发第一颗嵌入式处理芯片，迄今形成了以“鲲鹏+昇腾”为核心的基础芯片族。当前，Kunpeng 芯片族正沿着“量产一代、研发一代、规划一代”的策略持续升级产品。

图表4：Kunpeng 芯片族策略



来源：《鲲鹏计算产业发展白皮书》，国金证券研究所

- 2019 年华为发布鲲鹏 920 处理器。该芯片支持 ARMv8.2 指令集，是行业内首款 7nm 数据中心 ARM 处理器，专为大数据处理以及分布式存储等应用而设计。鲲鹏 920 由华为自主研发，采用多发射、乱序执行、优化分支预测等多种手段提升单核性能。鲲鹏 920 拥有 64 个内核，集成 8 通道 DDR4，可以提供多个接口，主频可达 2.6GHz，总内存带宽最高可达 1.5Tb/s，支持 PCIe 4.0 及 CCIX 接口，总带宽 640Gbps。华为 Cache 一致性总线 (HCCS) 的 480Gbps 片间互联支持最多四颗鲲鹏 920 互联和最高 256 个物理核的 NUMA 架构，保证了鲲鹏 920 超强算力的高效输出。此外，在 Memory 子系统上也进行了大量的优化，采用当前典型的 3 级 Cache 的架构，对 Cache 大小以及延时进行了优化设计。

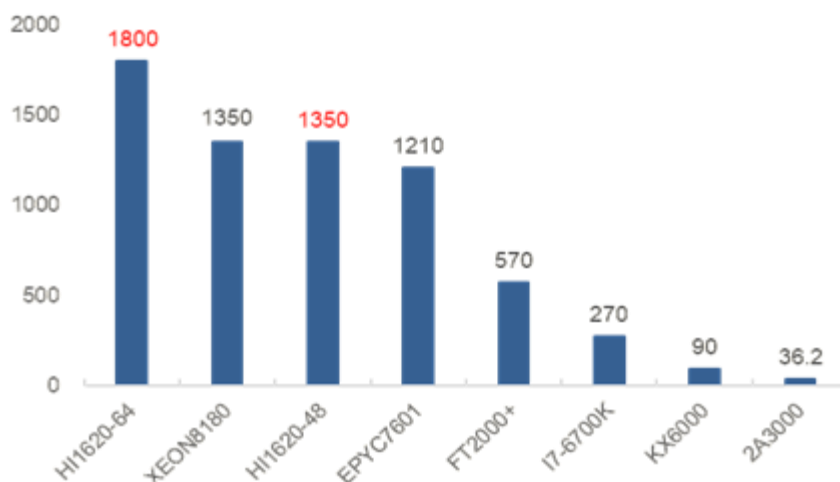
图表5：鲲鹏 920 处理器关键特性

组件	规格
计算核	兼容 ARM v8.2 架构，泰山核主频最高 3.0GHz，单处理器可集成 32/48/64 核
内存	8 DDR4 channels per socket, up to 3200 MHz
缓存	L1: 64KB instruction cache and 64KB data cache L2: 512KB private per core L3: 24-64MB shared for all (1MB/core)
互联	华为 HCCS 互联协议，支持最高 4 路互联
I/O	40 PCIe Gen 4.0 lanes 2*100GE, RoCEv2/RoCEv1, CCIX x4 USB 3.0, x16 SAS 3.0, x2 SATA 3.0
封装	60mm*75mm, BGA
功耗	TDP: 100-200W

来源：NJTST 官网，国金证券研究所

- 非 X86 架构芯片中鲲鹏 920 芯片在算力维度方面优势领先，且发展至今已经达到可以与 X86 芯片相匹配的性能。参照鲲鹏 920 不同核心下与竞品芯片的对比，其在 48 核的时候，整数打平 intel 至强 8180，功耗低 20%。而 64 核心的鲲鹏 920，则比过 intel 至强 8180 33%左右。其中至强 8180 是 intel 用于服务器的旗舰芯片，采用 28 核心，2.5GHz 频率，广泛应用于 X86 服务器中。

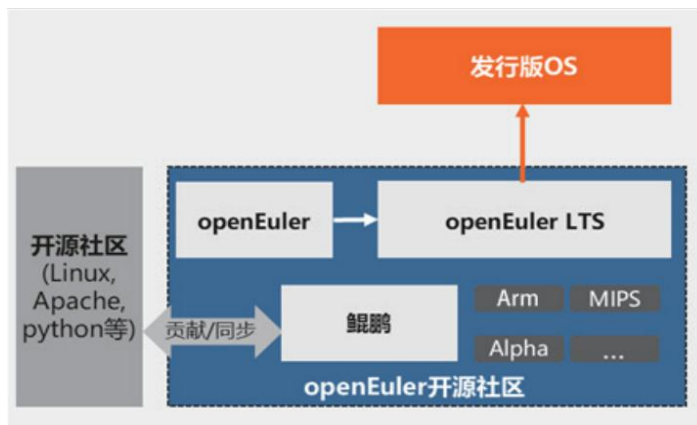
图表6: 鲲鹏 920 SPECINT 2006 横向对比



来源：腾讯网，国金证券研究所

- 构建 openEuler 开源社区，高效推进处理器深度优化。openEuler 开源社区以 Linux kernel、GNU 等为上游社区，定期同步上游社区创新成果，并针对 Kunpeng 处理器进行深度优化，提供完整 OS 开发环境和上下游生态验证环境，使开发者和用户高效开展需求适配、生态集成和测试认证。在此基础上，社区定期发布稳定的 openEuler LTS（长期支持版本），提供对应的社区支持（文档、补丁、维护等），使 OS 厂家基于 openEuler LTS 进一步开发商业发行版，同时支持互联网等用户基于 openEuler LTS 自行定制 OS。openEuler 开源社区通过社区理事会、技术委员会、用户委员会、营销委员会等组织，形成可持续发展的社区治理架构，对社区进行开放治理。

图表7: OpenEuler 开源社区



来源：《鲲鹏计算产业发展白皮书》，国金证券研究所

- 鲲鹏计算产业将快速提升 Kunpeng 处理器生态建设。鲲鹏计算产业是基于 Kunpeng 处理器构建的全栈 IT 基础设施、行业应用及服务，包括 PC、服务器、存储、操作系统、中间件、虚拟化、数据库、云服务、行业应用以及咨询管理服务等。鲲鹏计算产业路线是华为提出的六大数字技术生态之一，除鲲鹏外还包括昇腾、HMS、鸿蒙、华为云、MDC（智能驾驶计算平台）。其中鲲鹏是华为面向政企市场，与地方政府和合作伙伴共同打造鲲鹏产业生态、构建具有国际竞争力的通用计算技术路线。

图表8：基于 Kunpeng 处理器的鲲鹏计算产业



来源：《鲲鹏计算产业发展白皮书》，国金证券研究所

- 鲲鹏计算产业生态不断扩大，赋能 Kunpeng 处理器长远发展。鲲鹏计算产业打造完备基础产品，开放硬件、开源软件，充分赋能合作伙伴，此外鲲鹏还有望带动国内软硬件领域的厂商加速发展。

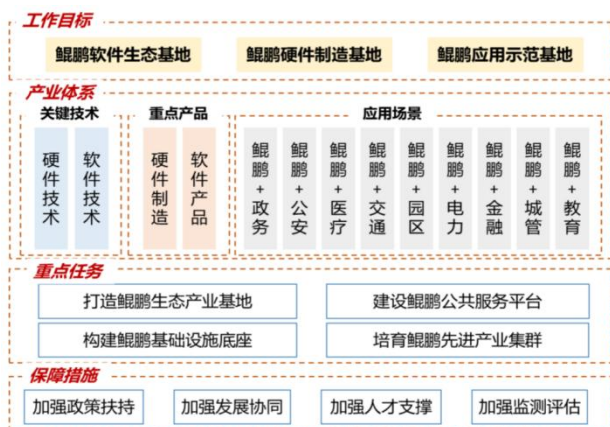
图表9：鲲鹏计算产业首批厂家



来源：《鲲鹏计算产业发展白皮书》，国金证券研究所

- 华为鲲鹏得到地方政府的大力支持。2020 年 4 月，成都市印发《关于加快培育发展鲲鹏产业工作方案的通知》，明确 2025 年成都鲲鹏产业规模超过 500 亿元，并成为全国领先的鲲鹏软件生态基地、鲲鹏硬件制造基地和鲲鹏应用示范基地，该案例为鲲鹏产业体系的推进提供了重要模板。

图表10：成都市鲲鹏产业发展推进体系架构图



图表11：成都天府新区鲲鹏生态产业园布局



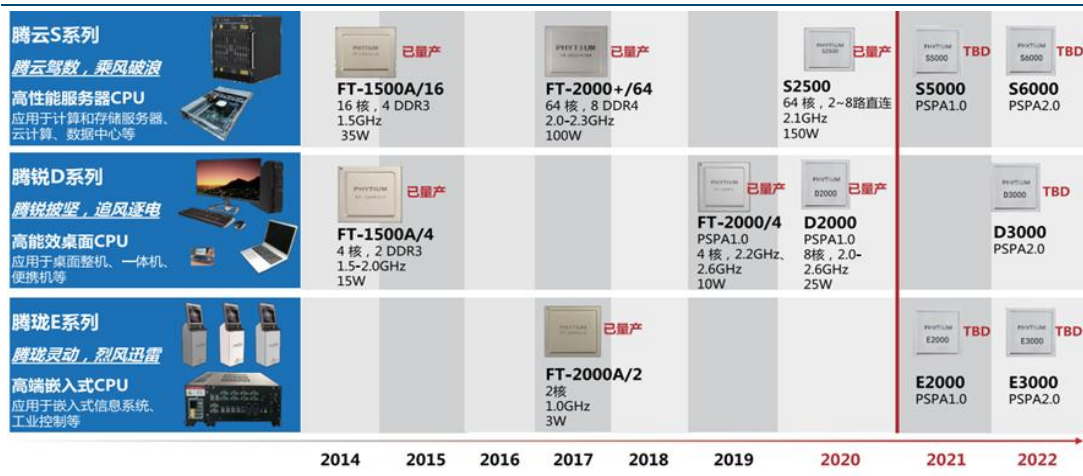
来源：成都市《关于加快培育发展鲲鹏产业工作方案的通知》，国金证券研究所

来源：成都市《关于加快培育发展鲲鹏产业工作方案的通知》，国金证券研究所

1.2 飞腾—PKS 生态的主导者

- 飞腾信息技术有限公司由中国电子信息产业集团、天津市滨海新区政府和天津先进技术研究院于 2014 年联合成立。公司致力于飞腾系列国产高性能、低功耗通用计算微处理器的设计研发和产业化推广，同时联合众多国产软硬件生态厂商，提供基于国际主流技术标准、中国自主先进的全国产信息系统整体解决方案，支撑国家信息安全和重要工业安全。
- 2020 年以来，飞腾对高性能服务器 CPU、高效能桌面 CPU、高端嵌入式 CPU 三条产业线进行了全面的品牌升级。高性能服务器 CPU 产品线统一以飞腾腾云 S 系列进行命名，高性能桌面 CPU 产品线以飞腾腾锐 D 系列进行命名，高端嵌入式 CPU 产品线统一以飞腾腾珑 E 系列进行命名，提供定制化、契合各行各业嵌入式应用的解决方案。

图表12：飞腾经过 20 年技术积累产品线完善



来源：《金融行业信息化转型升级 基于飞腾生态解决方案白皮书》，国金证券研究所

- 公司于 2020 年发布的腾云系列新一代可扩展多路服务器芯片腾云 S2500 与 FT 2000+ 相比性能大幅提升。在整机性能方面，双路的 SPECint 分值为原来的 2 倍，四路的 SPECint 值为原来的 3.5 倍；在分布式数据库性能方面，双路服务器的 tpmc 值线性提升至原来的 2 倍，四路的 tpmc 值线性提升至原来的 4 倍；在云桌面支持方面，双路服务器支持虚拟机 70 个，是原来的 2.5 倍，四路服务器支持 140 个，是原来的 5 倍。

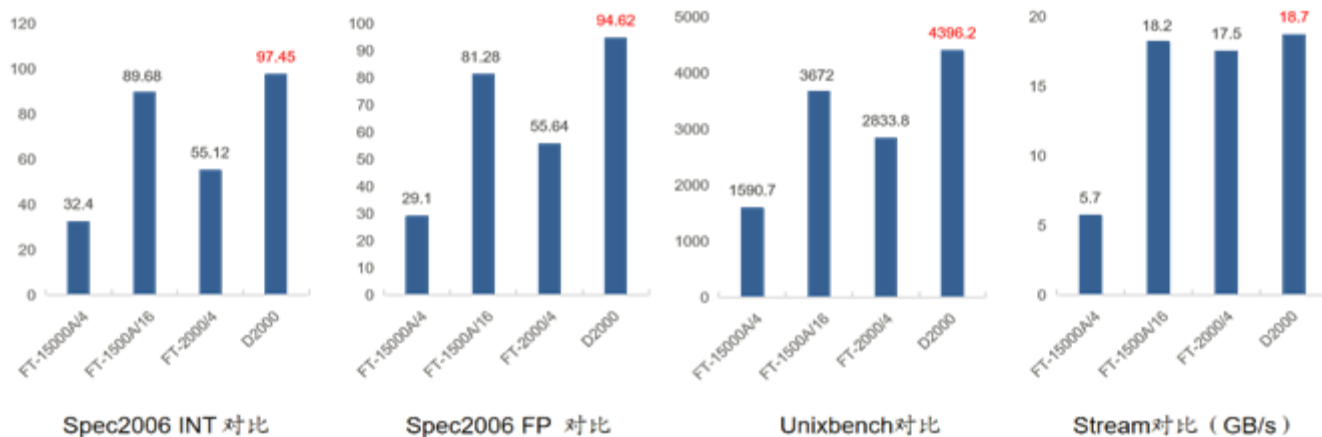
图表13：飞腾腾云 S2500 性能提升明显



来源：飞腾微信公众号，国金证券研究所

- 相比上一代产品 FT-2000/4 桌面处理器芯片，最新飞腾高效能桌面 CPU 腾锐 D2000 的性能大幅跃升，带宽达 18.7GB/s，SPECint 分值为 97.45，SPECfp 分值为 94.62，接近原来的 2 倍，在计算能力上得到进一步提升，并兼顾桌面终端与边缘服务器，极大地丰富了应用场景。此外，腾锐 D2000 与 FT-2000/4 产品管脚兼容，用户可以实现现有系统的原位拔插代换、无缝兼容。此设计能够大幅降低产品研发成本，同时降低整机合作伙伴的开发难度，加快开发进度。

图表14: 腾锐 D2000 与飞腾其他产品的性能对比



来源：飞腾微信公众号，国金证券研究所

- 飞腾生态发展迅速，为行业自主创新做出了重要贡献。在生态建设方面，飞腾与 1600 余家国内软硬件厂商打造完整生态体系，与 6 大类 1000 余种整机产品，2600 余种软件和外设完成了适配；基于飞腾桌面 CPU 的终端已形成了较为完整的生态图谱，可覆盖从整机硬件、基础软件到上层的应用。基于飞腾桌面 CPU 的终端产品已能够实现海量 Android 应用的运行，基于飞腾 CPU 的软件生态也在不断丰富和完善。

图表15: 飞腾部分生态合作伙伴

来源：飞腾官网，国金证券研究所

- **PKS 体系领导者**，已成为行业生态构建的标杆。PKS 体系最早由飞腾 CPU (Phytium) 和麒麟操作系统 (Kylin) 的“PK 体系”发展而来。依托飞腾全新的硬件级安全机制，以相关可信技术为支撑，PK 体系融合“S-Security”的立体防护安全链，升级为 PKS 体系，并全球首创将“可信计算 3.0”技术融入到 CPU、操作系统和存储控制器中，实现底层构架的本质安全，并成为国内首个计算机软硬件基础体系标准。

图表16: PKS 可信架构



来源：2020 北京网络安全大会，国金证券研究所

- 对比鲲鹏与飞腾的生态构建可以发现，鲲鹏技术路线比 PKS 路线有较明显的技术和产品优势，PKS 技术路线比鲲鹏技术路线有较明显的安全优势。鲲鹏在硬件终端、云平台、人工智能、中间件等方面具有绝对优势，但在安全方面略逊一筹。PKS 路线的一个非常显著的特点是“注入安全”，即“PKS”体系中的“S”，PKS 路线将安全贯穿于从 CPU、OS 底层，到产品服务应用，一直到供应链安全保障的全过程，为信创工程提供内生安全、过程安全和供应链安全的全流程服务。

图表17: 鲲鹏计算产业与 PKS 技术路线对照表

	鲲鹏计算产业	PKS 技术路线	对比结果
芯片	“算、存、传、管、智”五个子系统的芯片族。 已投资数十家半导体企业。	CPU、EDA 工具、MCU、FPGA、IGBT、缓存控制芯片、网络交换芯片、制造、封测、半导体材料等	平分秋色
主板	鲲鹏服务器主板和 PC 主板对外开放	长城自主开发 100 多种主板，自用	鲲鹏占优
操作系统	服务器操作系统 Euler OS 和物联网操作系统 Harmony OS 全部开源	银河麒麟桌面、服务器、嵌入式操作系统基于开源开发，闭源商业应用	短期 PKS 优，长期平分秋色
数据库	高斯数据库 (GaussDB)，开源、分布式	达梦通用关系型数据库，闭源，集中式	达梦具备龙头潜质，华为数据库架构更先进
中间件	OpenLooKeng 中间件，开源	暂未披露	鲲鹏具有绝对优势
硬件终端	服务器、PC、手机、平板、穿戴、智慧屏、AI 音箱、耳机、VR、车机、以及摄像头、扫地机、智能秤等	长城台式机、长城服务器、长城云终端、长城笔记本、长城一体机和迈普网络交换机等	鲲鹏具有绝对优势
人工智能	基于昇腾系列 AI 处理器，提供模块、板块、小站、服务器、集群等产品形态	暂未披露	华为海思具有绝对优势
云平台	能提供 10 大类 70 余种云服务能力，市场份额全国第二，全球第五。	中国电子云已经初步具备能力	华为具备技术优势，中国电子具备国资背景优势
开源社区	主导开放 OpenEuler 社区和 Harmony 社区。15 个主流社区具有领导者地位。在 OpenStack、CNCF、Linux kernel 社区全球贡献第 2、4、5 位。	主导社区仅有优麒麟 1 个，在主流开源社区贡献较少	平分秋色
安全	重视国际认证安全	奇安信、可信华泰提供内生、专业的安全保障产品和服务	PKS 具有优势

来源：中国电子云，国金证券研究所

1.3 海光信息—性能领先的实干者

- 海光信息成立于 2014 年，主要从事高端处理器、加速器等计算芯片产品和系统的研究开发。海光处理器兼容市场主流的 X86 指令集，具有成熟而丰富的应用生态环境。海光处理器内置专用安全硬件，支持通用的可信计算标准，能够进行主动安全防御，最大程度避免安全漏洞和隐患，满足信息安全的发展需求。面向企业计算、云计算数据中心、大数据分析、人工智能、边缘计算等众多领域，公司提供了多种形态的海光处理器芯，满足互联网、电信、金融、交通、能源、中小企业等的广泛应用需求。从股权结构上看，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的中科曙光是公司的第一大股东，二者的深入合作为海光信息的生态打造提供了有力保障。

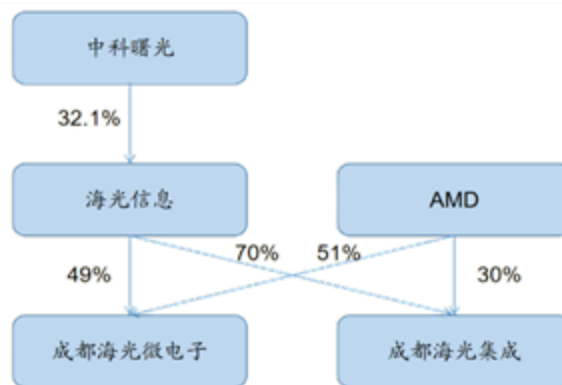
图表18：中科曙光为海光信息的第一大股东



来源：海光信息招股说明书，国金证券研究所

- 海光信息与 AMD 公司合作密切。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，授权海光微电子 x86 指令集和 Zen 架构，AMD 获得 2.93 亿美元的授权费。海光集成电路购买海光微电子的 IP 授权，以此为基础开发 CPU。海光集成电路与海光微电子的股权结构保证了公司在规避了英特尔的 x86 授权限制的同时，又使得海光 x86 CPU 成为内资公司开发的产品，满足了国家产业政策和创新的需求。

图表19：海光信息和 AMD 公司合作密切



来源：海光信息招股说明书，国金证券研究所

- 海光 CPU 主要面向复杂逻辑计算、多任务调度等通用处理器应用场景需求，兼容国际主流 x86 处理器架构和技术路线，具有先进的工艺制程、优异的系统架构、丰富的软硬件生态等优势。此外，海光 CPU 支持国密算法，扩充了安全算法指令，集成了安全算法专用加速电路，支持可信计算，大幅度提升了高端处理器的安全性，可以在数据处理过程中为用户提供更好的安全保障。

图表20：海光 CPU 主要规格和特点

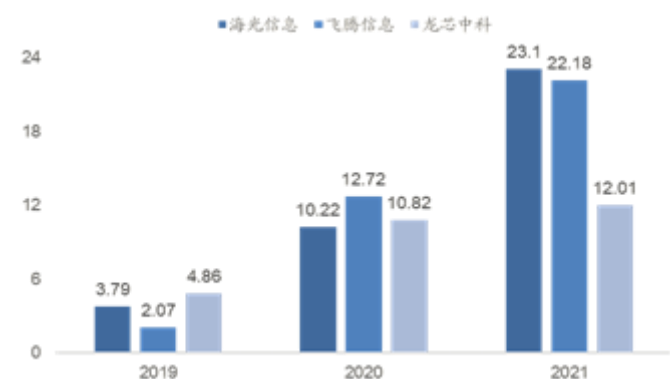
	海光 7200	海光 5200	海光 3200
产品图片			
典型功耗	175-225W	90-135W	45-105W
典型计算	SPECrate2017_int_base: 348	SPECrate2017_int_base: 158	SPECrate2017_int_base: 40.7

能力	SPECrate2017_fp_base: 308	SPECrate2017_fp_base: 148	SPECrate2017_fp_base: 36.3
计算	(1) 16、24 或 32 个物理核心 (2) 每核心支持 512KB L2 Cache (3) 32MB 或 64MB L3 Cache	(1) 8 或 16 个物理核心 (2) 每核心支持 512KB L2 Cache (3) 16MB 或 32MB L3 Cache	(1) 4 或 8 个物理核心 (2) 每核心支持 512KB L2 Cache (3) 8MB 或 16MB L3 Cache
应用	主要应用于对计算能力、扩展能力、吞吐量有高要求的领域,包括云计算、大数据、数据库、分布式存储、人工智能等	适用云计算、边缘计算、分布式存储等应用场景,能够满足互联网、金融、电信、交通、能源等多行业和企业的数据运算需求	主要应用于入门级服务器、工作站、工业控制等市场,为中小企业客户和专业人员提供高效解决方案
安全性	(1) 采用自主根密钥、国密算法等安全技术 (2) 集成专用的安全处理器 (3) 支持硬件机制的安全启动 (4) 集成了安全算法专用加速电路 (5) 支持可信计算		

来源: 海光信息招股说明书, 国金证券研究所

- 公司 2019-2021 年收入 CAGR 高达 146.88%, 2021 年净利润扭亏为盈。2019-2021 年, 公司营业收入从 3.79 亿迅速增长至 23.1 亿, 2021 年净利润实现转正, 公司规模化效应逐渐显现。

图表21: 海光、飞腾、龙芯营收对比(单位: 亿元)



来源: iFind, 中国长城年报, 国金证券研究所

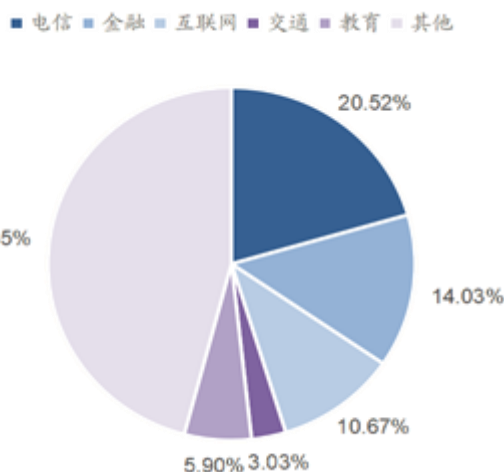
图表22: 海光、飞腾、龙芯净利润对比(单位: 亿元)



来源: iFind, 中国长城年报, 国金证券研究所

- 电信和金融已成为公司产品应用最多的两个领域。近年来公司推出海光二号处理器、深算一号 DCU 处理器, 不断丰富产品线, 加大市场开拓力度, 逐步形成了较为完善的基于海光处理器的产业生态环境。基于前期电信、金融、互联网等行业对公司产品的认可, 公司在电信运营商集采、金融行业入围等方面市场份额增长较快, 公司产品在相关重点行业销量逐渐提升。

图表23：公司在电信和金融领域优势显著



来源：海光信息招股说明书，国金证券研究所

- 公司产品基于 AMD Zen1 架构，产品性能起点较高。选取 Intel 在 2020 年（与海光 7285 同期）发布的 6 款至强铂金系列产品（能够反映 Intel 2020 年发布的主流 CPU 产品的性能）与海光 7285 进行性能对比可以发现，在典型场景下，公司最新一代 CPU 相关产品均已接近国际同类高端产品水平。

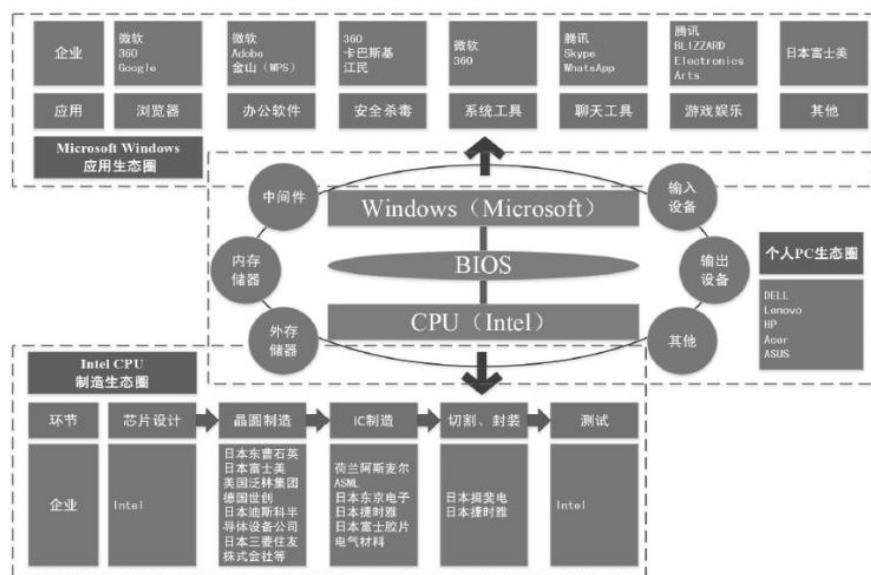
图表24：海光 7285 与 Intel 至强铂金系列产品对比

产品名称	发布时间	4 路测试结果		双路测试结果		性能差异 (Intel 数据/海光数据-1)	
		SpecCPU_INT	SpecCPU_FP	SpecCPU_INT	SpecCPU_FP	SpecCPU_INT	SpecCPU_FP
Intel8380HL (铂金)	2020 年第二季度	784	657	392	329	12.64%	6.66%
Intel8380H (铂金)	2020 年第二季度	784	653	392	327	12.64%	6.01%
Intel8376HL (铂金)	2020 年第二季度	765	641	383	321	9.91%	4.06%
Intel8376H (铂金)	2020 年第二季度	756	643	378	322	8.62%	4.38%
海光 7285	2020 年第一季度	-	-	348	308	-	-
Intel8360HL (铂金)	2020 年第三季度	690	599	345	300	-0.86%	-2.76%
Intel8360H (铂金)	2020 年第三季度	688	597	344	299	-1.15%	-3.08%

来源：海光信息招股说明书，国金证券研究所

- 海光信息的基础架构具备先天生态优势。微软和英特尔凭借自身规模效应和技术优势，使 Windows 和 Intel CPU 占据了绝大部分市场份额，并结成 Wintel 联盟。Wintel 联盟的基本特点是基于 x86 架构优化各类软件应用，使得 x86 架构具有显著产业生态优势，同时软硬件环境的成熟度相较于其他架构也具有明显优势。我们认为海光 CPU 兼容 x86 指令集，使得其具备较高的应用兼容性，较低的迁移成本，有望受益于 x86 完备的生态体系。

图表25: *Wintel* 生态圈



来源：《网络空间安全》，国金证券研究所

- 公司第一大股东中科曙光与公司的发展形成良好的协同效应。中科曙光的业务结构主要包含高性能计算机（包括服务器和其相关配套产品）、存储产品以及围绕高端计算机的软件开发、系统集成与技术服务三大类别。海光提供性能优异的国产 CPU，为曙光的战略转型提供支点。中科曙光通过在计算产业的全面布局已具备优质的客户资源和销售渠道，曙光服务器中应用海光产品的比例超过 30%，为海光芯片的放量打下了深厚基础。

图表26: 中科曙光产品体系丰富



来源：中科曙光官网，国金证券研究所

1.4 兆芯—合资 CPU 的探路者

- 兆芯是成立于 2013 年的国资控股公司，总部位于上海张江，在北京、西安、济南等地设有子公司，公司同时掌握中央处理器、图形处理器、芯片组三大核心技术，具备相关 IP 自主设计研发的能力。公司坚持自主创新与兼容主流的发展路线，凭借成熟的软硬件生态，为用户提供性能卓越、兼容性优异且安全可靠的通用处理器和芯片组等产品。
- 自成立以来，公司已成功研发并量产多款通用处理器产品，并形成“开先”、“开胜”两大产品系列，产品性能不断提升，达到国际主流同等水平。作为国内率先实现主频

3.0GHz 关键突破的国产通用处理器，兆芯开先® KX-6000 系列处理器荣获“第二届集成电路产业技术创新奖”、“2019 年中国 IC 设计成就奖”和“第二十届中国国际工业博览会金奖”，并入选“2019-2020 年度上海设计 100+”优秀成果。

图表27：兆芯产品体系与解决方案



来源：艾瑞咨询，国金证券研究所

- 兆芯自主研发的通用处理器产品涵盖“开先”、“开胜”两大系列，具备良好的操作系统和软硬件兼容性，生态体系成熟，支持构建台式机、笔记本、一体机、云终端等多种类型的桌面整机以及服务器、存储等产品。此外，在嵌入式领域，也已经有不同规格基于兆芯通用处理器的工业主板、模块化电脑、工业整机、Box PC、工业级服务器、网络安全平台等产品陆续推出。

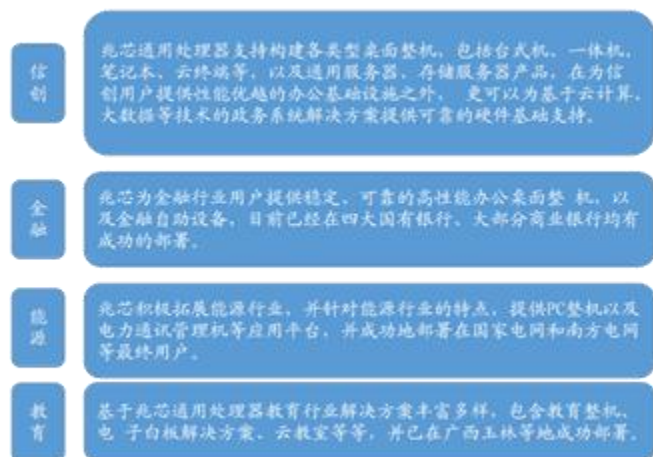
图表28：兆芯产品系列

	型号	工艺	最高主频	内核数	定位
服务器处理器	开胜® KH-30000 系列处理器	16nm	3.0GHz	8 核	服务器通用 SoC 处理器
	开胜® KH-20000 系列处理器	28nm	2.0GHz	8 核	服务器通用 SoC 处理器
	开胜® ZX-C+FC-1080/1081 系列处理器	28nm	2.0GHz	8 核	高性能运算
PC/嵌入式处理器	开先® KX-6000 系列处理器	16nm	3.0GHz	8/4 核	通用 SoC 处理器
	开先® KX-5000 系列处理器	28nm	2.0GHz	8/4 核	通用 SoC 处理器
	开先® ZX-C+系列处理器	28nm	2.0GHz	4 核	高性能运算
	开先® ZX-C 系列处理器	28nm	2.0GHz	4 核	高性能运算
IO 扩展芯片/芯片组	ZX-200 IO 扩展芯片	40nm	-	-	适用于对扩展性要求较高的桌面解决方案
	ZX-100S 芯片组	40nm	-	-	适用于对扩展性要求较高的桌面及服务器等解决方案

来源：兆芯官网，国金证券研究所

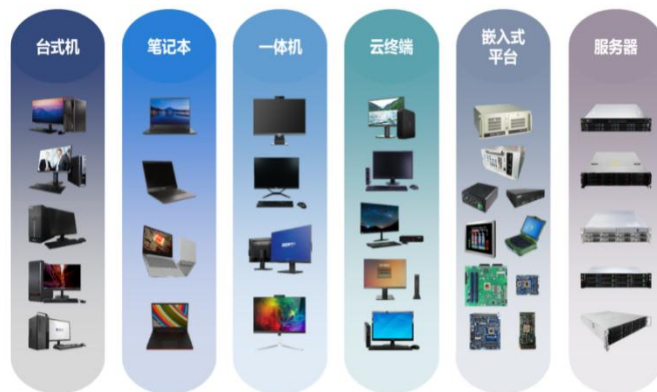
- 在芯片设计研发和技术创新方面，兆芯自主创新研发的国产通用处理器性能稳定可靠，产品体验达到国际主流同等水平。在产业链合作方面，兆芯积极协同产业合作伙伴，为政府、金融、教育、交通、能源、网络安全、医疗、通信等行业提供多样化的产品和解决方案，助力客户应用实现平滑迁移，目前，基于兆芯新一代处理器（KX-6000/KH-30000），联想、同方、东海、海尔、锐捷、升腾、攀升等品牌已经推出了 20 余款不同形态的桌面 PC 及服务器产品，研华、研祥、盛博、威强电、信步、安勤、深惟、华北工控、汉智兴、智微、芯杰英、经纬天地、凌壹、海川智能、爱鑫微、众新等 30 多种工业主板、工业电脑模块和嵌入式计算平台，此外 30 多种网络安全平台也相继推出。

图表29: 兆芯部分行业应用及案例



来源：艾瑞咨询，国金证券研究所

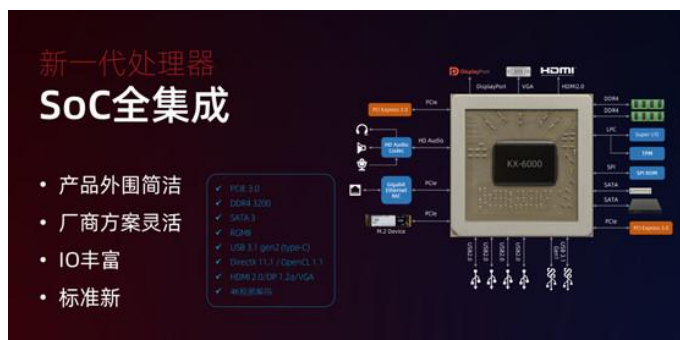
图表30: 基于兆芯处理器的产品应用图



来源：兆芯微信公众号，国金证券研究所

- 开先 KX-6000/开胜 KH-30000 系列处理器是业内第一款完整集成 CPU、GPU、芯片组的 SoC 单芯片国产通用处理器，这为整机系统的开发提供了较大的便利条件，同时也更利于控制成本。

图表31：兆芯新一代处理器 SoC 全集成



来源：兆芯微信公众号，国金证券研究所

图表32: 开先 KX-6000/开胜 KH-30000 系列特性



来源：兆芯微信公众号，国金证券研究所

- 通过 KX-6000 系列处理器横向对比, 8 核心的 KX-U6780A 产品性能与第七代的 4 核心英特尔 i5 整体水平仍存在差距, 尤其是单核性能不足 7 代 i5 一半, 但整数性能方面对英特尔 i5 实现了反超。

图表33: 兆芯 KX-6000 系列处理器横向对比

	锐龙 5 3500X	i5-9400F	奔腾 G5420	i5-7400	兆芯 KX-U6780A	兆芯对比 i5-7400
性能百分比 (单线程)	130%	122%	102%	100%	44%	-56%
性能百分比 (多线程)	194%	185%	72%	100%	82%	-18%
性能百分比 (浮点)	197%	187%	70%	100%	72%	-28%
性能百分比 (整数)	190%	178%	76%	100%	106%	6%

来源：快科技，国金证券研究所

- 开先 KX-6000/开胜 KH-30000 系列处理器采用了新一代高速低功耗内核。新一代内核对宏指令和多媒体性能进行了进一步的优化和增强,针对微架构流水线也进行了大幅的改进和优化,加上功耗方面的优化以及高频物理实现和高频防抖/降噪控制等方面的改善,开先 KX-6000/开胜 KH-30000 系列处理器的单芯片性能相比上一代产品提升

了多达 50%，同频下的性能功耗比则是上代产品的 3 倍。

图表34：新一代高速低功耗内核



来源：兆芯微信公众号，国金证券研究所

1.5 龙芯中科——自主架构的先驱者

- 龙芯中科是中国科学院计算所自主研发的通用 CPU，采用自主 LoongISA 指令系统，兼容 MIPS 指令，所有 IP 模块皆为自主设计，拥有片内安全机制，可信性高。龙芯处理器以 32 位核 64 位单核及多核 CPU/SOC 为主，主要面向高端嵌入式、个人电脑、服务器和高性能机等应用。2002 年 8 月诞生的“龙芯一号”是我国首枚拥有自主知识产权的通用高性能微处理芯片。龙芯从 2001 年至今共开发了 1 号、2 号、3 号三个系列处理器和龙芯桥片系列，在政企、安全、金融、能源等应用场景得到了广泛应用。

图表35：龙芯中科发展历程



来源：龙芯中科微信公众号，国金证券研究所

- 公司产品体系分为三大系列，龙芯 1 号系列为低功耗、低成本的专用嵌入式 SoC 或 MCU 处理器，主要面向嵌入式专用应用领域，如物联终端、仪器设备、数据采集等，主要根据需求定制；龙芯 2 号系列为低功耗通用处理器，采用单芯片 SoC 设计，应用场景面向工业控制与终端等领域，如网络设备、行业终端、智能制造等，定位于 Intel 的凌动系列；龙芯 3 号系列为高性能通用处理器，通常集成 4 个及以上 64 位高性能处理器核，与桥片配套使用，应用场景面向桌面和服务器等信息化领域，对标 Intel 的酷睿/至强系列。

图表36：龙芯中科产品体系

产业领域	系列	型号	推出时间	简介	主要应用场景
工控类	龙芯 1 号	龙芯 1A	2012 年	面向工业控制等应用的 SoC 芯片，集成 2D GPU 模块以及 DDR2、VGA/LCD、PCI、SATA2.0、USB2.0、	加密卡、工业手持机等

				GMAC 等接口	
		龙芯 1B	2012 年	面向数据采集和网络设备等应用的 SoC 芯片, 集成 DDR2、LCD、USB2.0、MAC 等接口	远程数据采集、以太网交换机、小型通信终端机、电表集中器等
		龙芯 1C300 (龙芯 1C)	2014 年	面向工控和物联网应用的 SoC 芯片, 集成 SDRAM、LCD、OTG、MAC、ADC 等接口	打印机、地理信息探测仪等
		龙芯 1C101	2018 年	面向智能门锁等应用的 MCU 芯片, 集成 Flash、TSENSOR、VPWM、ADC 等功能模块	门锁应用等
	龙芯 2 号	龙芯 2H	2014 年	64 位单核 SoC 芯片, 主频 1.0GHz, 集成 GPU 以及 DDR2/3、VGA、LCD 显示等接口, 支持芯片组功能	交换机、专用平板、工业控制计算机等
		龙芯 2K1000	2018 年	64 位双核 SoC 芯片, 主频 1.0GHz, 集成 DDR2/3、PCIE2.0、SATA2.0、USB2.0、DVO 等接口	交换机、边缘网关、工业防火墙、工业平板、智能变电站、挂号自助机等
信息化类/ 工控类	龙芯 3 号	龙芯 3A1000	2012 年	64 位四核处理器, 主频 0.8-1.0GHz, 集成双通道 DDR3-667 和 HT1.0 接口	桌面、服务器、工业控制
		龙芯 3A2000/3B2000	2016 年	64 位四核处理器, 主频 0.8-1.0GHz, 集成双通道 DDR3-1066 和 HT3.0 接口	桌面与服务器类应用
		龙芯 3A3000/3B3000	2017 年	64 位四核处理器, 主频 1.2-1.5GHz, 集成双通道 DDR3-1600 和 HT3.0 接口	
		龙芯 3A4000/3B4000	2019 年	64 位四核处理器, 主频 1.8-2.0GHz, 集成双通道 DDR4-2400 和 HT3.0 接口	
		龙芯 3A5000/3B5000	2021 年	64 位四核处理器, 主频 2.3-2.5GHz, 采用全新的 LoongArch 指令系统, 集成双通道 DDR4-3200 和 HT3.0 接口	
		龙芯 3C5000L	2021 年	64 位十六核处理器, 主频 2.0-2.2GHz, 采用全新的 LoongArch 指令系统, 通过 MCM 封装, 集成四个 3A5000 硅片, 集成四通道 DDR4-3200 和 HT3.0 接口, 最高支持四路互联	服务器类应用
	配套芯片	龙芯 7A1000	2018 年	龙芯 3 号处理器的配套桥片, 通过 HT3.0 接口与处理器相连, 外围接口包括 PCIE2.0、GMAC、SATA2.0、USB2.0 和其他低速接口	桌面与服务器类应用

来源：龙芯中科招股说明书，国金证券研究所

- LoongArch 具有较强的扩展性和自主性。LoongArch 包括基础架构部分和向量指令、虚拟化、二进制翻译等扩展部分近 2000 条指令, 具有较好的扩展性。自主性方面, LoongArch 指令系统从整个架构的顶层规划, 到各部分的功能定义, 再到每条指令的编码、名称、含义, 都进行了自主设计, 具有充分的自主可靠性。此外, LoongArch 充分考虑兼容需求, 在定义时充分考虑了 MIPS、X86、ARM、RISC-V 等主要指令系统的特征, 摒弃了传统指令系统中部分不适应当前软硬件设计技术发展趋势的陈旧内容, 吸纳了近年来指令系统设计领域诸多先进的技术发展成果。同原有兼容指令系统相比, 不仅在硬件方面更易于高性能、低功耗设计, 而且在软件方面更易于编译优化和操作系统、虚拟机的开发。

图表37: LoongArch 架构优势

LoongArch 架构优势	具体描述
先进性: 吸收近年来指令集发展的先进技术成果, 提高代码效率	LoongArch 指令系统吸纳了现代指令系统演进的最新成果, 运行效率更高, 相同的源代码编译成 LoongArch 比编译成龙芯此前支持的 MIPS, 动态执行指令数平均可以减少 10%-20%。
兼容性: 融合 X86、ARM 等的主要特点, 高效支持二进制翻译	LoongArch 指令系统充分考虑兼容生态的需求, 融合 X86、ARM 等国际主流指令系统的主要功能特性, 并依托龙芯研发团队在二进制翻译方面十余年的技术积累创新, 可实现跨指令平台应用兼容, 从而达到融合生态的目的。
模块化: 基础部分、二进制翻译、虚拟化、向量化	-
扩展性: 指令槽留有余地, 利于今后的持续演进	LoongArch 指令系统采用基础集加扩展集的架构, 目前已完成向量、虚拟化和二进制翻译扩展。目前 LoongArch 指令系统仍留有一半的指令编码空间, 可用于进一步扩展。

来源: 龙芯中科招股说明书, 国金证券研究所

- 基于自主指令系统 (LoongArch) 的 3A5000/3B5000 是龙芯当前重点发展产品。龙芯 3A5000/3B5000 是面向个人计算机、服务器等信息化领域的通用处理器, 基于龙芯自主指令系统 (LoongArch) 的 LA464 微结构, 并进一步提升频率, 降低功耗, 优化性能。在与龙芯 3A4000 处理器保持引脚兼容的基础上, 频率提升至 2.5GHz, 功耗降低 30% 以上, 性能提升 50% 以上。龙芯 3B5000 在龙芯 3A5000 的基础上支持多路互连。

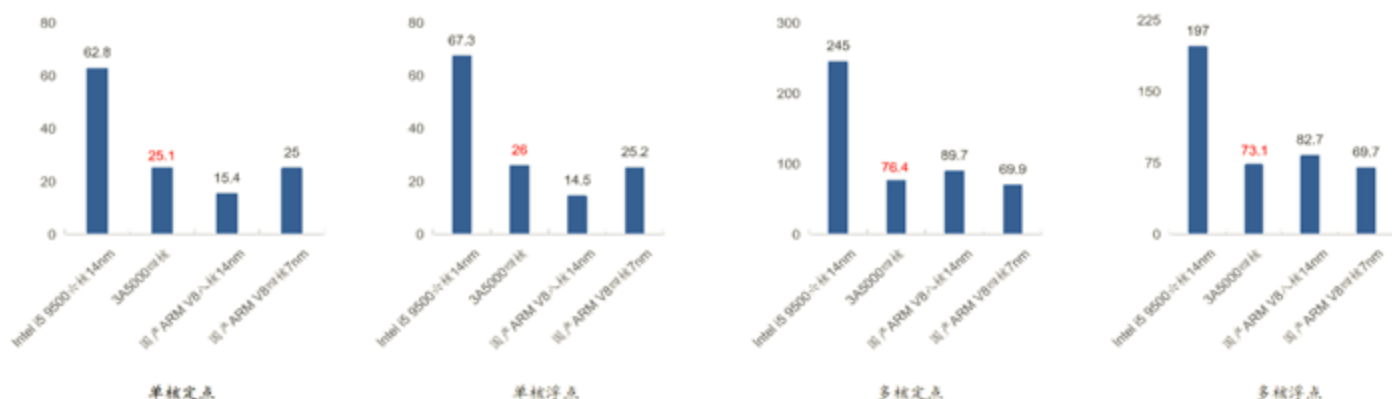
图表38: 龙芯 3A5000/3B5000 产品参数

组件	规格
主频	2.3GHz-2.5GHz
峰值运算速度	160GFlops
处理器核	支持 LoongArch 指令系统; 支持 128/256 位向量指令; 四发射乱序执行; 4 个定点单元、2 个向量单元和 2 个访存单元
高速缓存	每个处理器核包含 64KB 私有一级指令缓存和 64KB 私有一级数据缓存; 每个处理器核包含 256KB 私有二级缓存; 所有处理器核共享 16MB 三级缓存
内存控制器	2 个 72 位 DDR4-3200 控制器; 支持 ECC 校验
高速 I/O	2 个 HyperTransport3.0 控制器; 支持多处理器数据一致性互连 (CC-NUMA)
其他 I/O	1 个 SPI、1 个 UART、2 个 I2C、16 个 GPIO 接口
功耗管理	支持主要模块始终动态关闭; 支持主要时钟域动态变频; 支持主电压域动态调压

来源: 龙芯中科官网, 国金证券研究所

- 从 3A5000 在 SPEC CPU 2006 BASE 性能测试中的表现来看, 龙芯 3A5000 单核定点为 25.1 分, 单核浮点为 26 分。相比 intel i5 9500 六核 14nm 的确有不小的差距, 但单核定点与国产 ARM V8 四核 7nm 处理器不相上下, 单核浮点略优于国产 ARM V8 四核 7nm 处理器。龙芯 3A5000 对比国产 ARM V8 八核 14nm 处理器的单核定点则高出近 10 分, 单核浮点则高出近一倍。多线程测试中, intel i5 9500 六核 14nm 处理器依然表现最佳, 而龙芯 3A5000 的多核定点与多核浮点均高于国产 ARM V8 四核 7nm 处理器, 由于国产 ARM V8 八核 14nm 处理器核心数量上具有一定的优势, 因此定点和浮点的分数要高于龙芯 3A5000 和国产 ARM V8 四核 7nm 处理器。

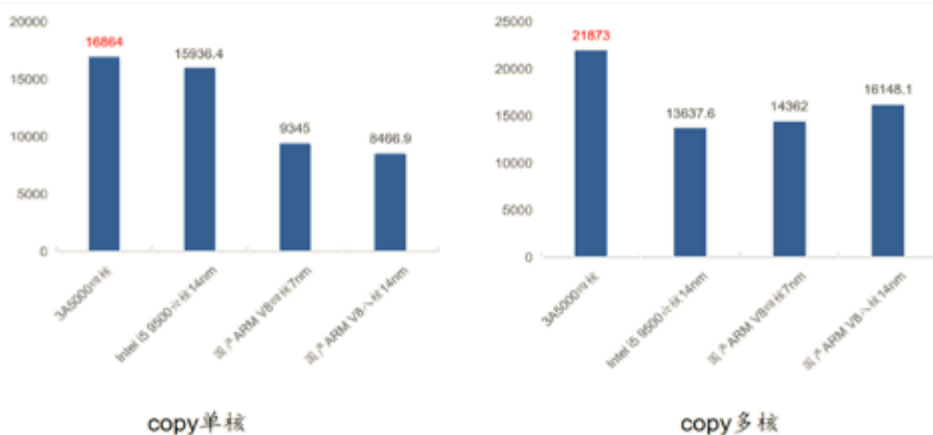
图表39: 3A5000 在 SPEC CPU 2006 BASE 性能测试中的表现



来源：龙芯中科官网，国金证券研究所

- 龙芯 3A5000 在 Stream Copy 测试子项性能中表现出色。Stream 是业界主流的内存带宽测试程序，测试行为相对简单可控。该程序对 CPU 的计算能力要求很小，对 CPU 内存带宽压力很大。随着处理器核心数量的增大，内存带宽并没有随之成线性增长，因此内存带宽对提升多核心的处理能力就越发重要。在 Stream Copy 测试子项性能中，龙芯 3A5000 的表现超过了 intel i5 9500 六核 14nm 处理器。其中 Copy 单线性能获得 16864 分，多线性能获得 21873 分。国产 ARM V8 八核 14nm 处理器和国产 ARM V8 四核 7nm 处理器分数相差不大，但整体表现比龙芯 3A5000 稍逊一筹。

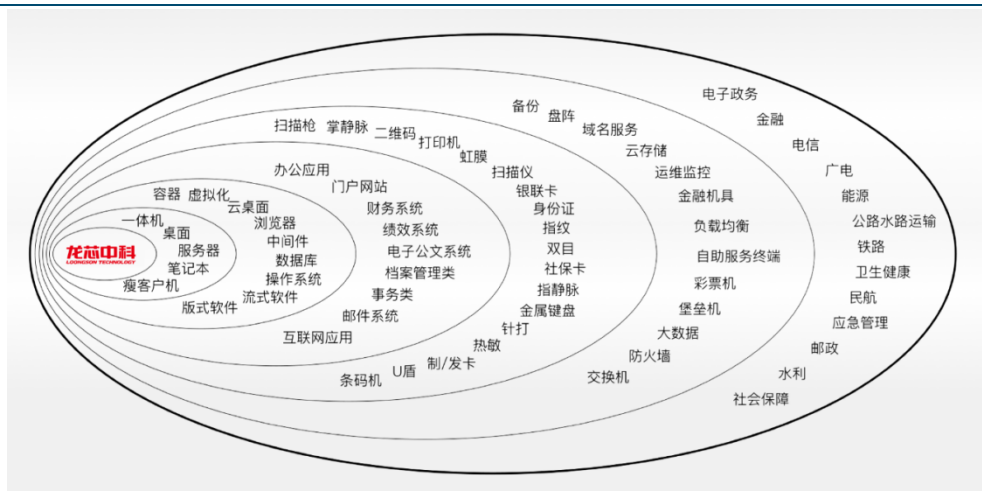
图表40: Stream Copy 测试子项性能中龙芯 3A5000 表现出色



来源：龙芯中科官网，国金证券研究所

- 龙芯秉承独立自主和开放合作的运营模式，从指令集/IP 核授权、到芯片级/主板级开发以及系统内核应用等方面对生态伙伴进行全方位的开放支持，帮助生态伙伴进行技术创新升级。目前龙芯的信息化合作伙伴达到上千家，可以提供基于龙芯从端到云的完整解决方案。相关软硬件开发人员数万人，已经形成强大的产业链与生态支撑能力。

图表41：龙芯生态



来源：龙芯中科官网，国金证券研究所

- 龙芯开源社区（www.loongnix.cn）是龙芯 CPU 的基础软件生态建设平台，由龙芯中科组织并联合产业链合作厂商、国际开源软件社区及开源爱好者共同参与建设。社区以“开源、开放”的形式进行管理，设置 BIOS、Linux 内核、GCC 编译器、Java 虚拟机、浏览器、媒体解码库、图形桌面、KVM 虚拟机等重要基础软件项目。经过多年建设，信息化应用中的主流编程语言和开发环境已在龙芯平台上得到支持。

图表42：龙芯的开源社区建设

项目	支持与共享情况
Linux 内核	内核官方版本正在实现对 LoongArch 的完善支持
GCC、LLVM、GOLANG	三大编译器社区正在实现对 LoongArch 架构的特性支持
JAVA 虚拟机	JDK14 贡献率居全球前四（Oracle、RedHat、SAP、龙芯、Google）
浏览器	V8 Javascript 已实现对 LoongArch 架构的原生支持
媒体播放器	FFMPEG 已实现对 LoongArch 架构的原生支持
.NET	.NET 社区正在实现对 LoongArch 架构的支持

来源：《龙芯生态白皮书 2021》，国金证券研究所

1.6 申威—特种领域的引领者

- 成都申威科技有限责任公司成立于 2016 年，公司依托国家信息安全发展战略，主要从事对申威处理器的产业化推广，核心业务包括申威处理器芯片内核、封装设计、技术支持服务及销售，小型超级计算机研发、测试、销售、服务及核心部件生产，基于申威处理器的软件、中间件开发，嵌入式计算机系统定制化产品服务，集成电路 IP 核等知识产权授权。
- 申威处理器以 Alpha 指令集为基础进行拓展，高度自主可控。Alpha 指令集由美国 DEC 公司研制，主要用于 64 位的 RISC 微处理器。DEC 公司后被美国惠普收购，无锡江南计算所购买了 Alpha 指令集的所有设计资料。江南计算所基于原来的 Alpha 指令集，开发出了更多的自主知识产权的指令集，并研制了申威指令系统，推出了申威处理器。申威处理器是在国家“核高基”重大专项支持下，由上海高性能集成电路中心研制的全国产处理器。首颗申威处理器代号“SW-1”，于 2006 年研制成功，“SW-1”基于 DEC 公司 Alpha 架构，130nm 制程，主频为 900MHz。

图表43：申威主要产品系列

产品	发布时间	主频	核心数	工艺	研发定位	应用领域
SW-1	2006 年	0.9GHz	单核	130nm	高性能计算	—
SW-2	2008 年	1.4GHz	2 核	130nm	高性能计算	—
SW1600	2010 年	1.6GHz	16 核	65nm	超级计算	高端服务器、高性能网络设备
SW1610	2012 年	1.6GHz	16 核	40nm	服务器	
SW410	2012 年	1.6GHz	4 核	40nm	桌面和服务	嵌入式工控设备、桌面电脑、笔记本电

						脑、低端服务器、网络设备等
SW26010	2014 年	1.45GHz	260 核心	28nm	超级计算	桌面高性能超算，大型、巨型超算领域
SW111	—	1.0GHz	单核	40nm	高密度计算型嵌入式应用	物联网、嵌入式工控机设备
SW221	—	2.0GHz	2 核	28nm	高密度计算型嵌入式应用	物联网、嵌入式设备、个人（PAD）终端、笔记本电脑、专用电脑等领域
SW411	2017 年	1.6GHz	2 核/4 核	40nm	桌面和服务端	嵌入式工控设备、桌面电脑、笔记本电脑、低端服务器、网络设备等
SW421	2017 年	2.0GHz	4 核	28nm	桌面和服务端	
SW421M	2017 年	2.0GHz	2 核/4 核	28nm	中低端桌面	
SW1621	2017 年	2.0GHz	16 核	28nm	高性能计算和中高端服务器	高端服务器、高性能网络设备

来源：申威官网，国金证券研究所

- 出于安全性能以及知识产权角度，申威在研发出第一代基于 Alpha 指令集的 CPU 后，将指令集替换为自研的自主可控申威 64 位指令集，完全区别于原有 Alpha 指令集。申威处理器专注于高性能计算，尤其是在服务器领域，浮点运算算力与同期外国处理器相当。申威 SW26010 是中国首个采用国产自研架构且性能强大的计算机芯片。

图表44：申威 26010 性能对比

对比内容	制造商	处理器	双精度峰值（TFLOPS）	完成时间
AMD GCN（HD7970-En）	AMD	GPU	1.01	2011.12
英伟达 Kepler-GK110（Tesla K20X）	NVIDIA	GPU	1.312	2012.05
英特尔 Xeon Phi（5110P）	Intel	众核 CPU	1.01	2012.11
英特尔 Xeon Phi2	Intel	众核 CPU	3	2015.11
申威 SW26010	NHP	异构众核 CPU	3.168	2014.12

来源：申威官网，国金证券研究所

- 申威 26010 处理器的峰值性能大于每秒 12.5 万万亿次浮点运算结果，峰值速度、持续性能、性能功耗比排在世界前列。在 2016 年法兰克福世界超算大会上，“神威·太湖之光”搭载该处理器登顶国际 TOP500 榜单之首。随后，我国科研人员依托“神威·太湖之光”超级计算机的应用成果首次荣获“戈登·贝尔”奖，实现了我国高性能计算应用成果在该奖项上零的突破。
- 申威在服务器领域向上至超算领域的应用场景中性能强大，优势较为明显。2016 年 6 月 20 日，搭载了 40960 颗申威 SW26010 并运行国产操作系统神威睿思的神威太湖之光获得全球超级计算机第一名，神威太湖之光峰值计算速度达每秒 12.54 亿亿次，是全球首台峰值计算速度超过十亿亿次的超级计算机，持续性能为每秒 9.3 亿亿次，软件硬件并行，均为申威自主设计。

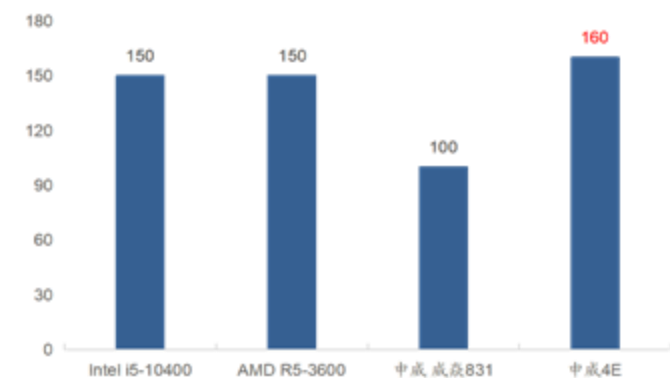
图表45：申威处理器在超算领域的应用



来源：中存储网，国金证券研究所

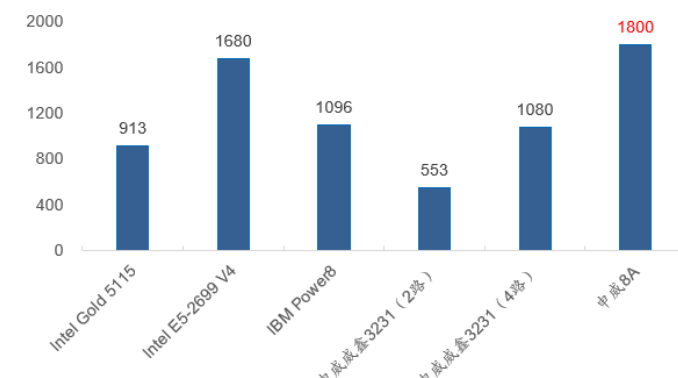
- 申威 8A 芯片采用最新的第四代申威处理器核心（简称 Core4）。Core4 核心继续采用超标量流水线结构，支持乱序发射、乱序执行、推测执行，并首次采用 SMT 技术，支持每个核心同时运行两个线程。申威 831 相比上一代 4 核 CPU 申威 421 在功耗相当的前提下，性能提升 2 倍以上，下一代产品申威 4E 相比申威 831 性能再提升 50% 以上，与 Intel 中端桌面处理器相当；申威下一代服务器产品威鑫 8A 与 Intel 中端服务器处理器相当。

图表46：终端处理器性能对比（SPEC 分值）



来源：中电科申泰微信公众号，国金证券研究所

图表47：服务器处理器性能对比（SPEC 分值）



来源：中电科申泰微信公众号，国金证券研究所

- 经过长期稳定的研发，基于系列申威芯片的各种产品也逐渐增多，在保障特种领域应用和国家战略任务的前提下，随着其产品技术的日益成熟，其生态也不断完善。同时，申威 CPU 的各种开发支撑系统也日趋成熟。

图表48：申威生态

类型	产品	内容
申威 CPU 系列整机产品	双核、四核 CPU 的桌面终端笔记本、低端服务器应用	S40 申威笔记本电脑（14 寸，申威 SW411 架构）； S40 申威加固笔记本（14 寸，申威 SW411 架构，抗震动，耐冲击）； S41-32A 一体机电脑（32 寸，申威 SW411 架构，带光驱）；
	16 核 CPU 的高端服务器、网络设备应用	基于 SW1621 的神威通用高性能服务器，如 ThinkSystemSR359S、飞龙 RS6012； 基于 SW1621 的神威 NAS 服务器； 基于 SW1621 的“中科神威”系列安全产品；
	众核 CPU 的桌面超算应用	第一代桌面超算产品使用众核处理器 SW26010，第二代桌面超算产品使用上海国家高性能集成电路中心设计的申威二代众核处理器，运算能力于“神威·蓝光”相当；
申威 CPU 的开发配套软件	申威系列芯片的开发板核开发系统	基于 SW111 嵌入式系统开发板； 申威 SW411 系统开发板； 申威 SW421 系统开发板； 申威 SW412M/221 系统开发板；
	申威系列芯片的 BIOS	国产 BIOS 固件，支持身为芯片的主要有昆仑固件等；
	支持申威芯片的国产操作系统	中标麒麟桌面操作系统，中标麒麟服务器操作系统（申威版），深度操作系统（申威）桌面版，深度操作系统（申威）服务器版，嵌入式操作系统（申威版）
	支持申威系列芯片的虚拟机管理器	采用低开销虚拟化技术
申威 CPU 的应用支撑系统	其他方面	基于申威芯片的 JAVA 移植优化方面、申威芯片的编译器等等；
	中间件	东方通是领先的新一代软件基础设施和创新应用提供商，处于中间件产品的行业领先地位，与各厂商形成完整的安全可靠解决方案； 金蝶天燕是国家规划布局内重点软件企业，数字化基础设施运营服务的开拓者和领航者
	数据库	人大金仓与飞腾、申威等 CPU 和麒麟等国产 OS 深度适配优化，具备高安全、高可用、高扩展等使用特性； 作为国产数据库的领军企业，南大通用打造了 GBase 8a/8t/8m/8s/8d/UP 等多款国内领先的

		安全数据库、大数据产品； 武汉达梦是国家规划布局内重点软件企业，首批获得国家“双软”认证的高新技术企业，唯一获得国家自主原创产品认证的数据库企业，拥有国内顶级的数据库研发精英团队，多次与国际数据库巨头同台竞技并夺标；
申威 CPU 的系列整机典型配套应用软件	目前常用的办公套件有中标普华、永中 office、金山 WPS；浏览器软件有 Firefox, Chrome；开发环境有 Eclipse、Qt Creator	

来源：申威官网，国金证券研究所

2 风险提示

- 研发进度不及预期：CPU 行业是技术密集型行业，技术壁垒相对较高，研发进度不及预期可能导致 CPU 性能无法满足客户需求。
- 政策落地不及预期：我国 CPU 行业受政策影响较大，若后续政策落地进程不及预期，可能会影响国产化替代进程。
- 市场竞争加剧的风险：国产 CPU 厂商的产品性能与 Intel 等龙头企业相比仍然存在一定的差距，若后者采用价格战等方式对竞争对手实行打压，行业将面临竞争加剧的风险。

行业投资评级的说明：

买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；

增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；

中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；

减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-60753903	电话：010-66216979	电话：0755-83831378
传真：021-61038200	传真：010-66216793	传真：0755-83830558
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100053	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 7 楼	地址：中国北京西城区长椿街 3 号 4 层	地址：中国深圳市福田区中心四路 1-1 号 嘉里建设广场 T3-2402