

证券研究报告
半导体行业
2020年3月20日

国产CPU之曙光

——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.

- 行业增长：国家积极推动国产 CPU在政府和重点行业进行应用，国产CPU进口替代空间进一步放大。近年来我国集成电路自给率不断提升，且国产芯片生态逐步形成，国产CPU和操作系统构建了初步的生态系统，有望成为中国的IT产业主流。
- 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。海光芯片在主频和制程方面领先国内同类产品，接近Intel芯片的性能，具备较大的替换可能性。中科曙光持有海光36.4%的股权，海光芯片量产有望增加公司业绩。建议关注相关产业链标的：中科曙光（603019）。

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

手机用户建议先截屏本页，微信扫一扫

或搜索公众号“**尖峰报告**”

回复<进群>，加入每日报告分享微信群

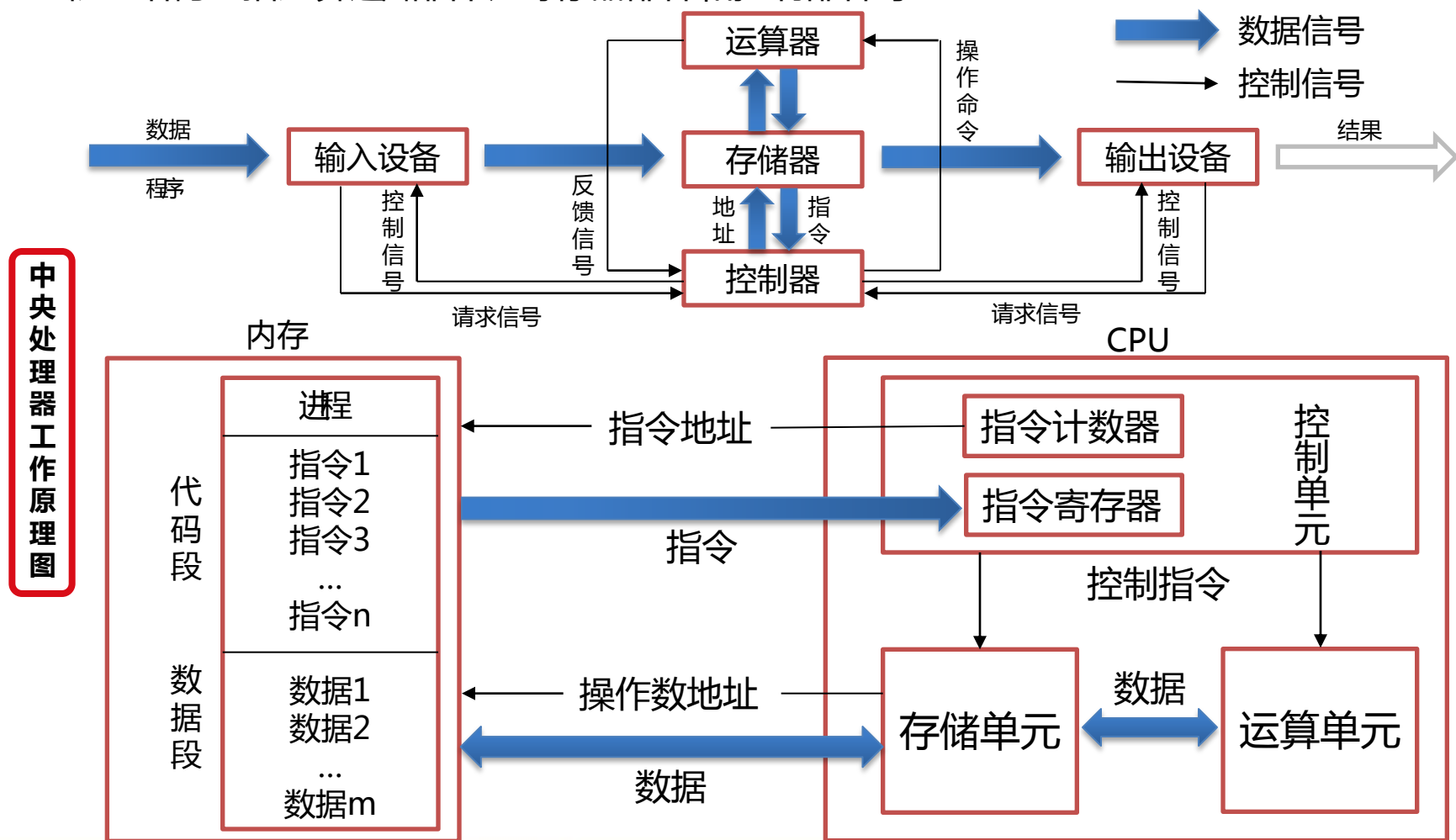
限时领取“2020行业资料大礼包”，关注即可获得



- 1 CPU概念阐述
- 2 指令集架构的代表
- 3 国内CPU产品简介
- 4 海光与中科曙光
- 5 重点公司投资机会分析

CPU的概念及其工作原理

- 中央处理器（CPU），是电子计算机的运算核心和控制核心。
- 功能主要是解释计算机指令以及处理计算机软件中的数据。
- 中央处理器主要包括运算器和高速缓冲存储器，及相关数据、总线。
- 物理结构包括运算逻辑部件、寄存器部件和控制部件等。



- 目前CPU主要有两种指令集架构：
 - ✓ 复杂指令集架构CISC (Complex Instruction Set Computer) : **x86**
 - ✓ 精简指令集架构RISC (Reduced Instruction Set Computer) : **ARM**、MIPS和RISC-V
- 为了使计算机的性能更快更稳定，人们对计算机指令系统的构造进行了调整。最初，通过设置一些功能复杂的指令，把原来软件的常用功能改用硬件的指令系统实现，以提高执行速度，即CISC。另一种方法是尽量简化计算机指令功能，只保留那些功能简单的指令，而把较复杂的功能用一段子程序来实现，即 RISC。
- CISC和RISC是设计制造微处理器的两种典型技术，虽然都是在诸多因素中寻求平衡，以达到高效的目的，但采取的方法不同导致二者在很多方面差异巨大。

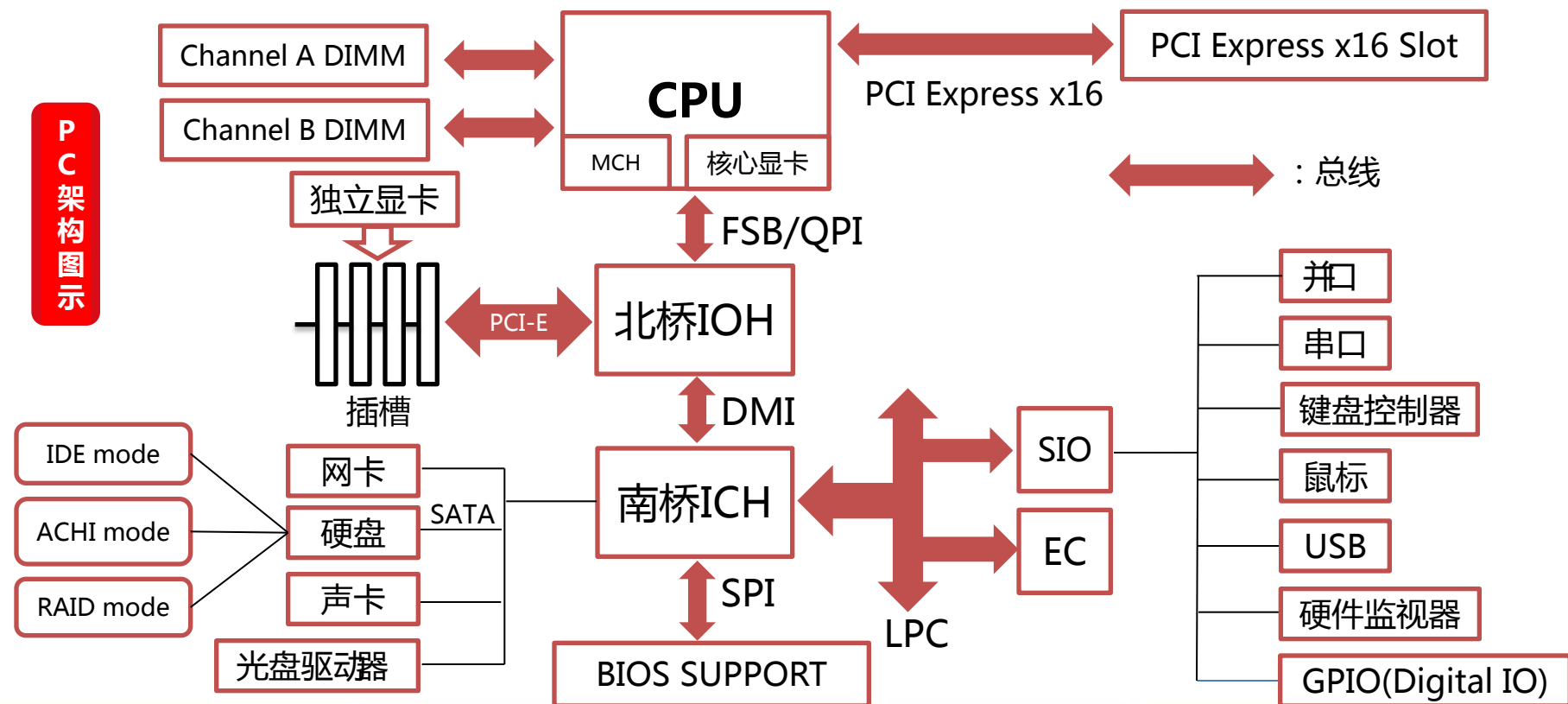
CISC与RISC对比

	CISC	RISC
指令系统	丰富，有专用指令来完成特定的功能	对经常使用的指令设计得简单高效
存储器操作	指令多，操作直接	操作有限制，控制简单化
程序	编程需要较大内存，实现特殊功能时程序复杂，不易设计	编程相对简单，科学计算及复杂操作的程序设计相对容易，效率较高
CPU	包含丰富的电路单元，功能强、面积大、功耗大	包含较少的电路单元，面积小、功耗低
设计周期	微处理器结构复杂，设计周期长	微处理器结构简单，布局紧凑，设计周期短
用户使用	结构复杂，功能强大，实现特殊功能容易	结构简单，指令规整，性能容易把握，易学易用
应用范围	适合于专用机	适合于通用机

- 1 CPU概念阐述
- 2 指令集架构的代表
- 3 国内CPU产品简介
- 4 海光与中科曙光
- 5 重点公司投资机会分析

复杂指令集：Intel的x86架构

- 1978年，Intel公司领导潮流，首次生产出16位的微处理器，并命名为 i8086，并把它所使用的指令集统称为x86指令集，这意味着x86架构的诞生。
- x86定义了芯片的基本使用规则，也直接带动Intel成为全球首屈一指的芯片巨头。经过40余年的发展，x86在服务器领域几乎是独孤求败，它最大的特色在于可以兼容 Windows操作系统，全部都采用了Intel的CPU。
- 然而目前，从指令集架构来看，CISC确实有些陈旧了。日趋复杂的指令系统不仅带来效率的低下，还致使系统结构的复杂性增加，也导致了 CISC的通用性不佳。



AMD的发展及其核心产品：Zen架构

- AMD与Intel公司的创始人都来自仙童半导体公司，AMD公司的创始人由于是销售出身，所以其发展战略上采取了技术跟随与模仿的方式。
- 由于两家公司的渊源关系，Intel将自身的8086技术授权给AMD，同时AMD也放弃竞争产品，成为了Intel的后备供应商。Intel在1987年提前结束了技术交流协议，停止授权技术。
- 2003年，AMD推出兼容x86面向服务器的64位芯片Opteron处理器，同年9月推出第一款桌面级的兼容前期产品的64位微处理器Athlon64。AMD由此开始崛起。
- 虽然Intel与AMD已是全球CPU寡头，但从二者财务指标数据来看，Intel仍稳坐龙头宝座。

x86 Cores Roadmap Leadership



2017

2020

Leapfrogging
Design Teams

Focused
Execution

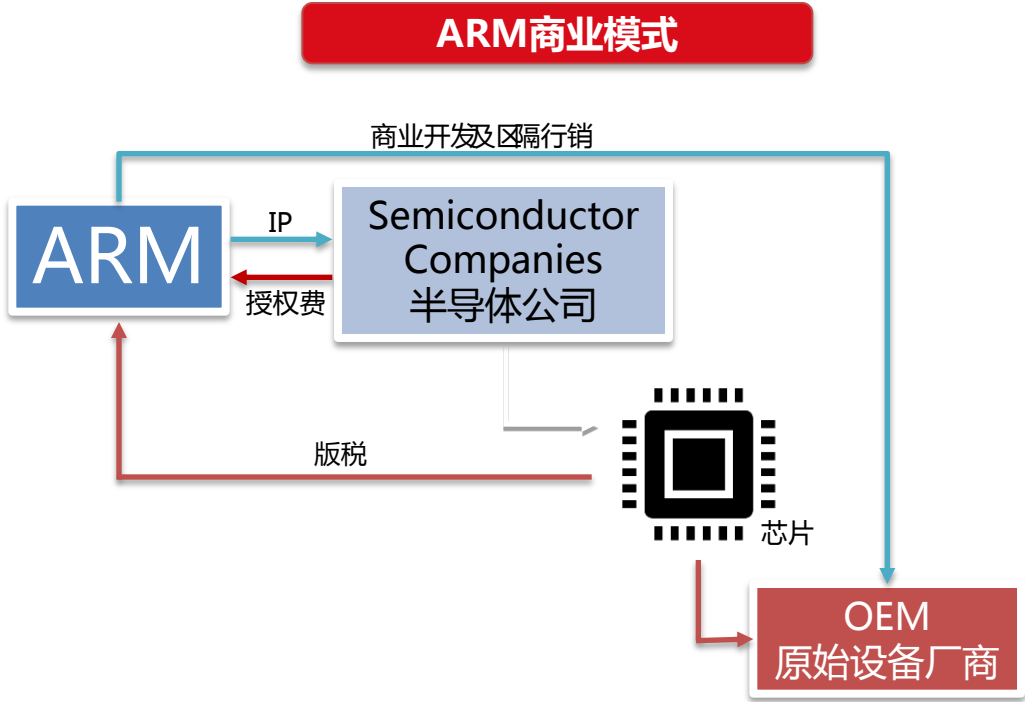
Performance
Increase

Continuous
Performance-Per-Watt Gains

- Zen是一种x86-64微架构，由AMD开发，2016年发表，取代 Bulldozer微架构及其改进版本。该微架构是AMD重返高性能运算市场的重要产品，与旧有架构相比几乎完全重新设计并以新工艺制作以提升性能，同时还引入众多新特性，处理器产品以 SoC或半 SoC形态面市。而首款Zen微架构的处理器，核心代号“Summit Ridge”，正式品牌名称为“Ryzen”，中文名称为“锐龙”，于2017年3月2日正式上市。

- 1978年12月5日，Cambridge Processing Unit公司创办于英国剑桥，主要是为当地市场供应电子设备。次年改名为Acorn公司。
- 1985年Acorn公司设计出第一代32位6MHz的处理器，用它做出了一台RISC指令集的计算机，简称ARM（Acorn RISC Machine）。
- 1990年11月Acorn公司正式改组为ARM（Advanced RISC Machines）计算机公司。由于缺乏资金，ARM做出了一个意义深远的决定：自己不制造芯片，只将芯片的设计方案授权给其他公司，由它们来生产。正是这个模式，最终使得ARM芯片遍地开花。
- 进入 21世纪后，手机的快速发展带动了 ARM芯片的出货量，从而ARM处理器顺利地占领了全球手机市场。

ARM Cortex-A系列处理器天梯图



	High Performance	High Efficiency	Ultra High Efficiency
ARMv7-A	Cortex-A15 Infrastructure feature set	Cortex-A8 First ARMv7-A processor	Cortex-A5 Smallest and lowest power
	Cortex-A17 Lower power Smaller area	Cortex-A9 Mid-range processor	Cortex-A7 Most efficient ARMv7-A
	Cortex-A57 Proven high-performance		Cortex-A32 Smallest and lowest power ARMv8-A
ARMv8-A	Cortex-A72 Premium Mobile 2016	Cortex-A53 Balanced performance and efficiency	Cortex-A35 Highest efficiency
	Cortex-A73 Premium Mobile 2017		

- 1 CPU概念阐述
- 2 指令集架构的代表
- 3 国内CPU产品简介
- 4 海光与中科曙光
- 5 重点公司投资机会分析

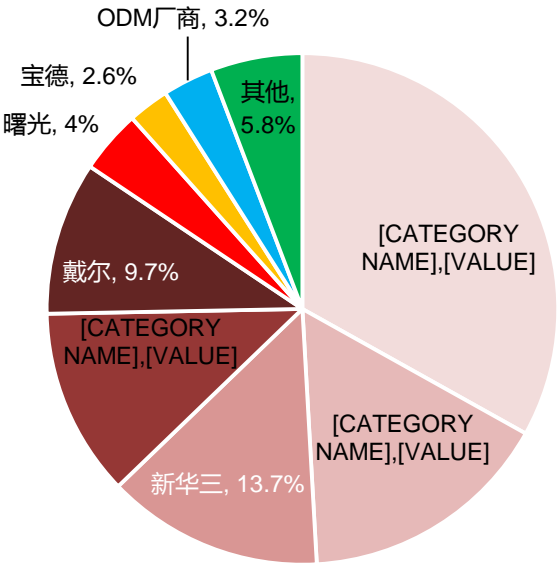
国内x86主要产品

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。

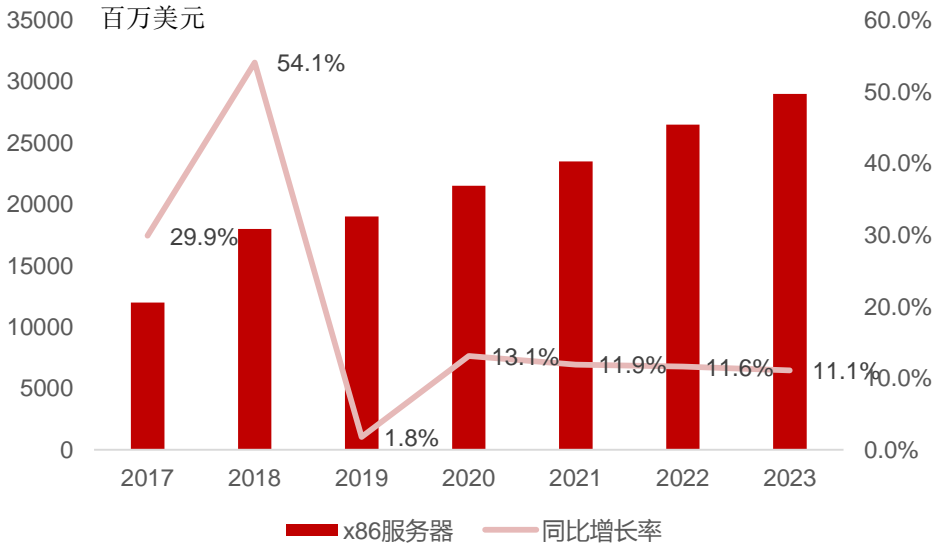
兆芯：x86架构的技术授权被美国政府严格控制。但是除Intel和AMD，中国台湾公司威盛（VIA）也拥有x86架构授权。兆芯成立于2013年，通过威盛获得了X86架构的授权。在X86架构之下，兆芯还做了很多的新的工作，拥有了自主知识产权。

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。

2019年Q3中国x86服务器厂商市场份额（按出货量）



2017-2023年中国x86服务器市场规模预测



国内ARM主要产品

飞腾：上世纪末飞腾开启中国芯研发，十一五期间第三代飞腾走向商业应用。第四代飞腾CPU坚定转投ARM架构，才真正进入跨越式腾飞。自主产业发展并不意味着封闭，以开放的姿态融入世界主流技术体系，正是飞腾CPU的发展之道。FT2000采用ARMv8指令集，但是使用的是自研内核。

企业级应用处理器
FT-2000/4主要技术指标

类别	参数
工艺特征	16nm工艺
核心	集成4个FTC663处理器核
主频	工作主频2.6-3.0GHz
缓存	集成4MB二级cache和4MB三级cache
存储器接口	集成2个DDR4/3200存储接口
功率	典型功耗10W

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，开始研发自有的处理器核，主攻服务器市场。华为海思提供的是数字家庭通信和无线终端领域的芯片解决方案。

Kirin 990 5G
Main Specification

类别	参数
Process	7nm+ EUV
CPU	2xA76-Based@2.86GHz + 2xA76-Based@2.36GHz + 4xA55@1.95GHz
GPU	Mali-G76 MP16
Modem	2G/3G/4G/5G
Memory	LPDDR4X
SA & NSA Fusion Network Architecture HiAI2.0 Architecture	

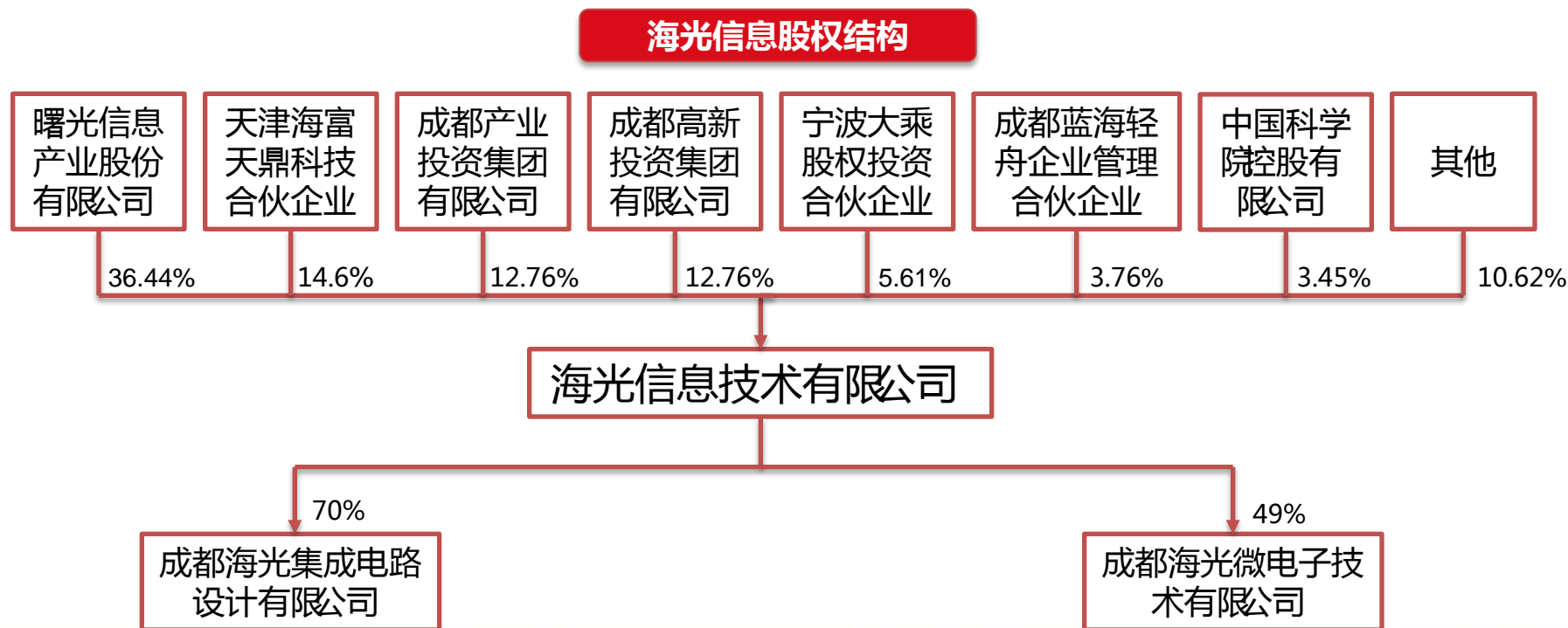
展讯：2016年芯片出货量达到67000万套，次年6月宣布成功研发自主的ARM架构处理器，宣称在SC9850 4核芯片同样大的面积上实现了6核的设计，功耗和性能可按需调配。除苹果、三星之外，继高通之后，第二家拥有自主ARM CPU关键技术的手机芯片厂商。

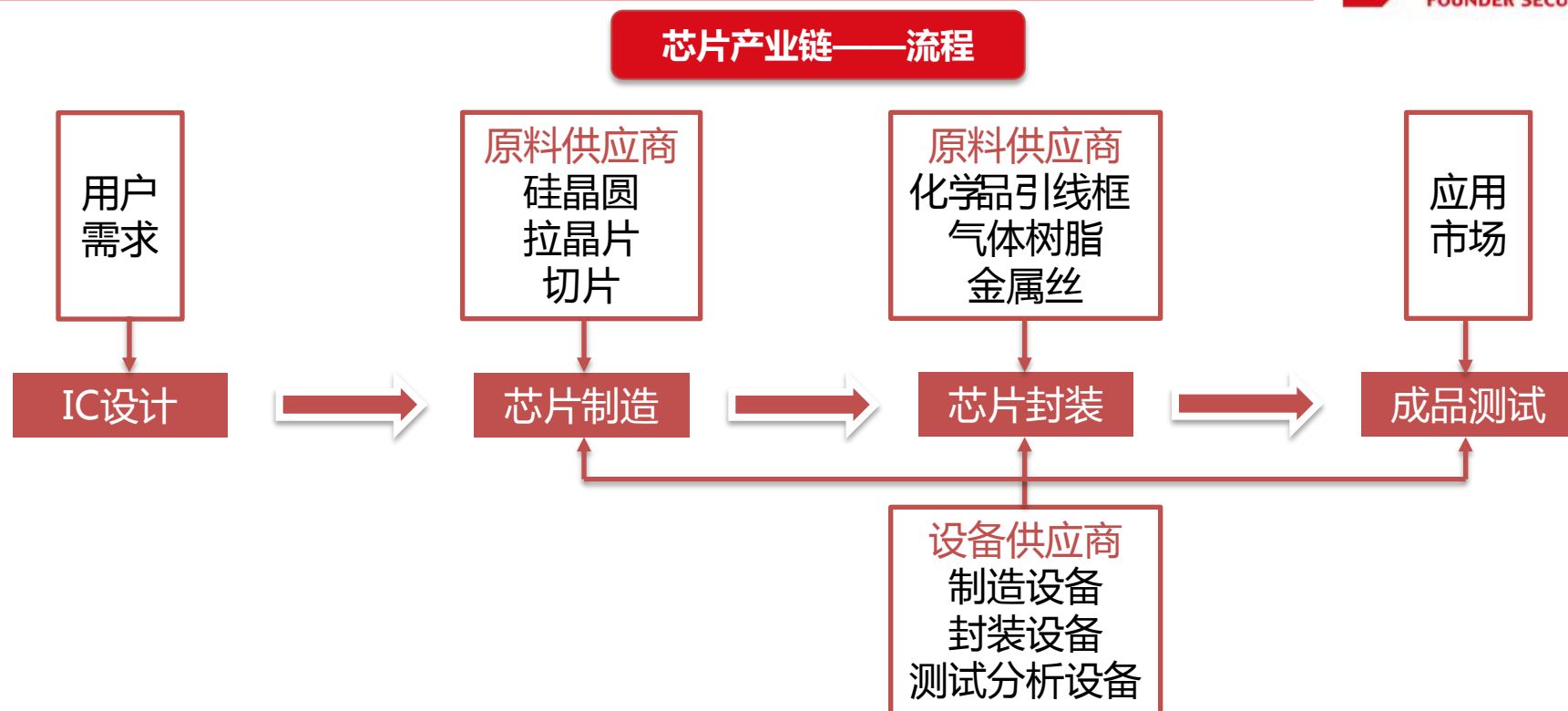
紫光展锐新一代5G SoC
虎贲T7520

技术特性
先进的 6nm EUV工艺
功耗再创新低
全球首款全场景覆盖增强5G调制解调器
强大的AI能力和无尽的开发空间
全面增强的多媒体处理能力
全内置金融级安全

- 1 CPU概念阐述
- 2 指令集架构的代表
- 3 国内CPU产品简介
- 4 海光与中科曙光
- 5 重点公司投资机会分析

- 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。本次股权成功转让后，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。





根据产业链划分，芯片从设计到出厂的核心环节主要包括 6 个部分：

- 设计软件：芯片公司设计芯片结构的关键工具，目前主要依靠EDA软件来完成；
- 指令集体系：高效的指令集体系，确保芯片可以运行操作系统和软件；
- 芯片设计：主要连接电子产品、服务的接口；
- 制造设备：生产芯片的设备；
- 晶圆代工：代工厂根据图纸生产芯片产品，决定了芯片采用的纳米工艺等性能指标；
- 封装测试：芯片进入销售前的最后环节，主要目的是保证产品的品质。

- 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微架构自主研发的，架构生态成熟、技术起点高，且产业化能力较强。AMD将x86的IP授权给中国合作伙伴，而海光芯片又具有优秀的设计人才，先进的技术方案，以及政策资源的支持，Dhyana正是合作的结果。
- Dhyana处理器与AMD EPYC（霄龙）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。

8核心
桌面处理器
Dhyana



32核心
服务器版
Dhyana Plus



部分特性

核心布局与Zen完全相同

新的加密机制：自主可控的SM2/SM3/SM4

相比Zen浮点性能损失很大

部分指令集缺失

采用BGA整合封装

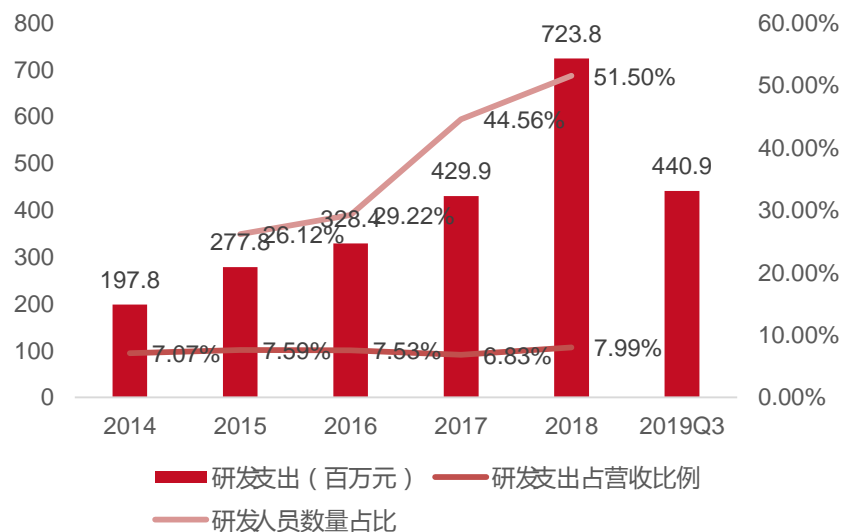
IPMI控制器

ASPEED AST2500芯片

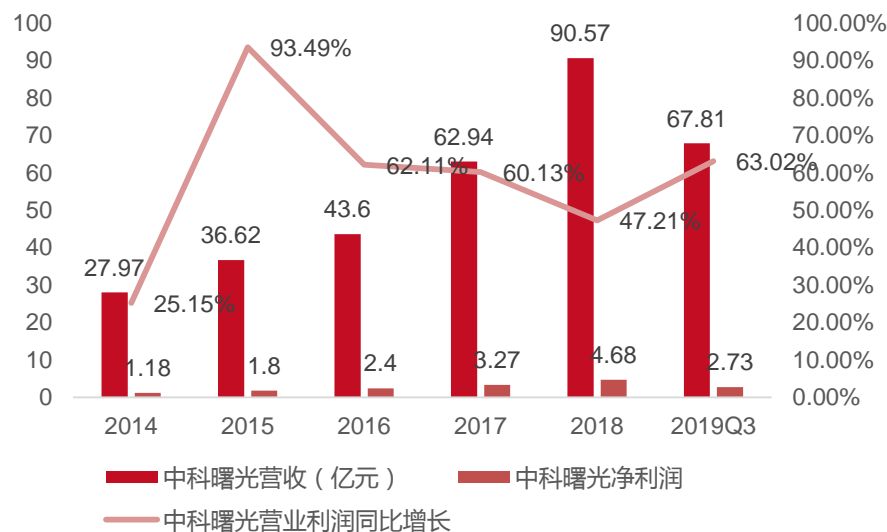
提供简单的2D图形输出

- 中科曙光背靠中科院计算所，主要市场在政府和公共事业类，收入占比 30%和25%。主营业务包括：高端服务器（80%）、软件系统集成及技术服务、存储三个部分。2019年6月美国将中科曙光“入实”，导致无法获得美国公司的芯片，唯一的出路只有加速芯片的国产化，降低受制于人的影响。
- 2016年AMD与天津海光开始合作，AMD提供x86芯片授权技术，只面向国内市场销售，入实导致中科曙光无法获得AMD下一代ZEN授权产品，而且未来中科曙光服务器是以 AMD的 x86芯片为主；但是目前天津海光已经量产基于x86的“禅定”国产CPU，基于芯片国产化的发展之路，会在政府采购过程中占有较大的优势。
- 下图可以看出中科曙光的研发支出占比保持较好，具有很好的增长性。科技型企业必须以研发为主，保证研发的占比不因营收增加而下降，企业方能达到可持续发展。

中科曙光研发投入及占比



中科曙光营收及利润增长情况



- 在芯片代工领域，中国台湾不管份额还是技术都是全球第一，尤其是台积电（TSMC）。从芯片制造技术来看，台积电拥有全球最先进的制程工艺，7nm芯片已经在大规模生产，5nm芯片也处于试产中，预计在2020年可以实现量产，这个进度比三星更快。
- 总体来看，整个中国的半导体代工是全球最强的。全球十大代工企业中中国占了6家，其中中国台湾有4家（台积电、联电、力晶、世界先进），中国大陆有2家（中芯国际、华虹半导体），合计份额达到了65%。
- 目前中国大陆只有中芯国际和华虹半导体掌握了28nm芯片技术。而联电与格罗方德先后退出先进制程（28nm及以下）军备竞赛，更是标志先进制程技术已面临瓶颈。这也意味着芯片代工重心已往亚太转移，格芯的地位将会在科技的高速发展中逐步被取代。

2019Q3全球前十大晶圆代工营收排行榜（百万美元）

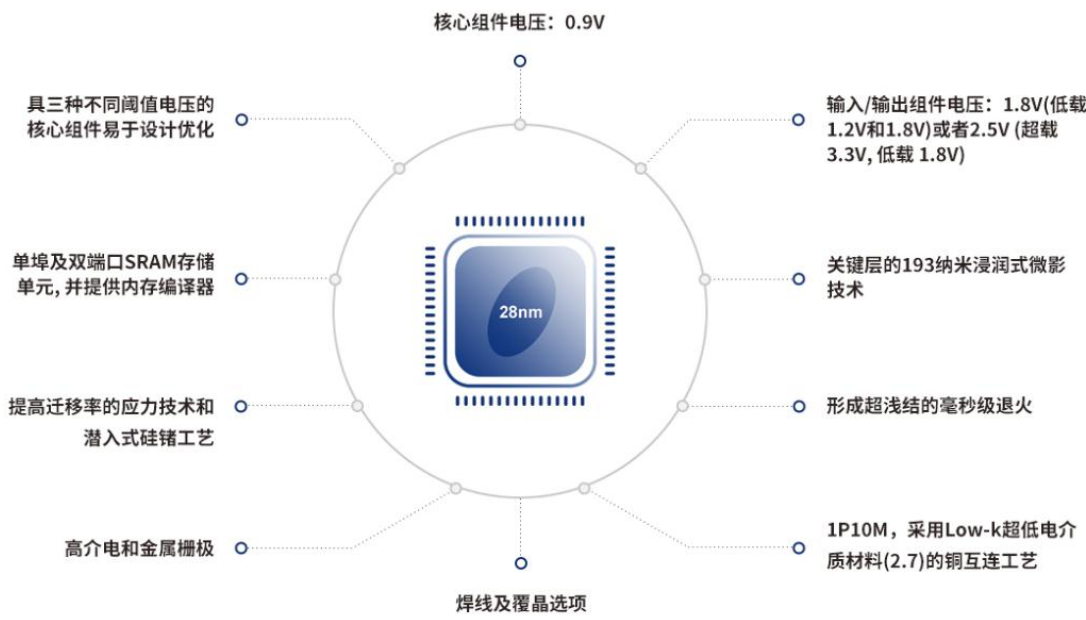
排名	公司	2019Q3营收	2018Q3营收
1	台积电	9152	8548
2	三星	3352	3244
3	格罗方德	1505	1606
4	台湾联华电子	1209	1293
5	中芯国际	799	851
6	高塔半导体	312	323
7	华虹半导体	238	241
8	世界先进积体电路	229	254
9	力晶科技	227	341
10	东部高科	146	160

台积电发展关键节点

2014年	以28nm制程拿下 iPhone A8订单 与三星电子分食iPhone 6S A9订单
2015年	独家代工苹果A10处理器，采用16nm制程
2016年	独家代工苹果A11处理器，采用10nm制程
2017年	7nm制程工艺成功试产 芯片代工厂市场份额55.9%
2018年	7nm制程工艺量产，上半年市场份额56.1%
2019年	传获得苹果A13处理器、华为麒麟985订单 Q2市场份额49.2%

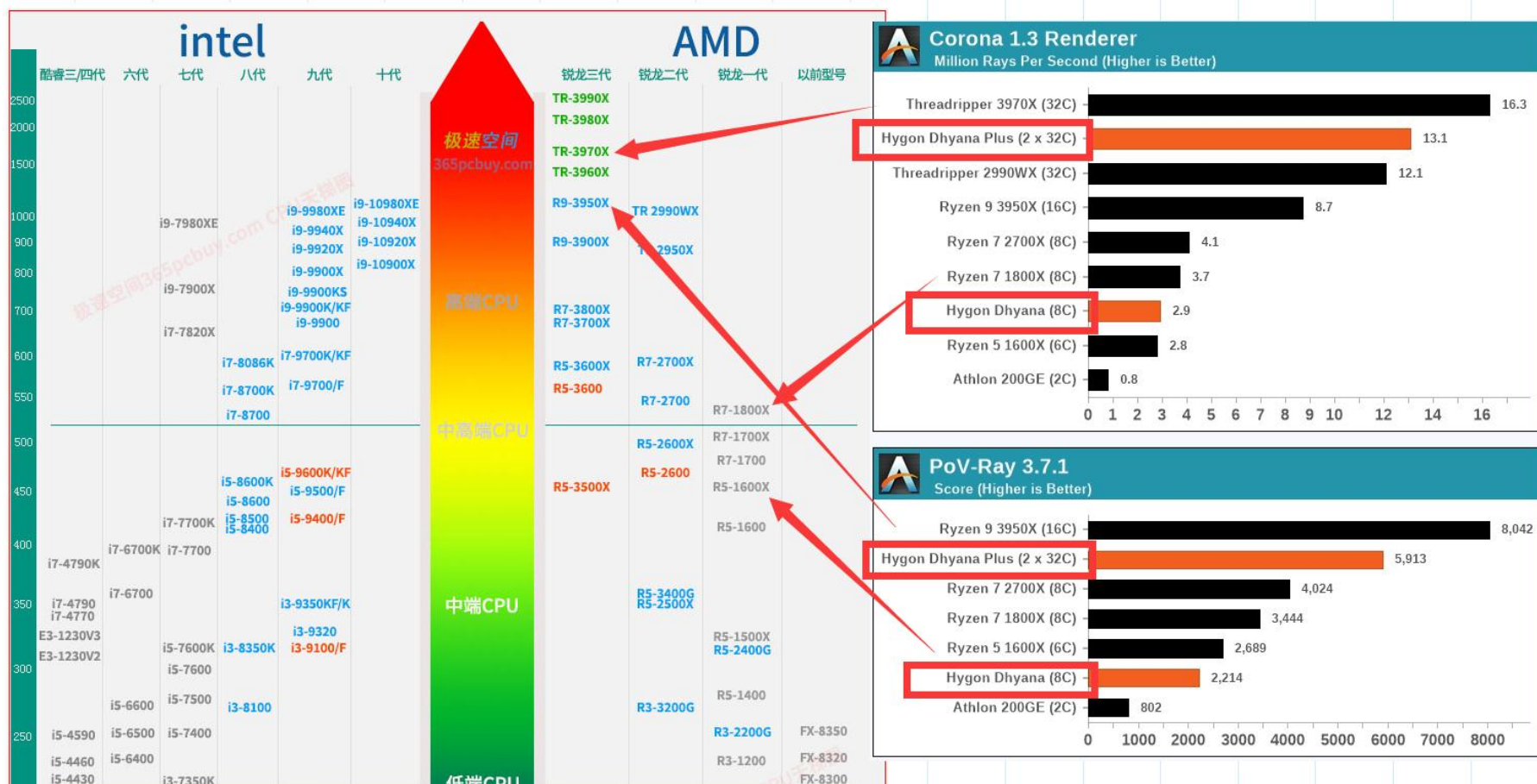
- 先进制程量产对整个半导体产值至关重要，尤其是率先开发出先进制程的厂商最能享有短期独占市场的优势。随着摩尔定律发展，晶圆制造制程从 0.5 μ m、0.35 μ m.....14nm，一直发展到现在的10nm、7nm、5nm。目前，28nm是传统制程和先进制程的分界点。
- 虽然最先进技术往往会受到最多的关注，但鲜有厂商能够承担为实现 7nm及更高精度所需的成本和代价。14nm及以上技术仍将在未来许多年继续成为芯片代工业务的重要需求及驱动因素。对其他晶圆厂来说，最重要的还是成熟的工艺。 14nm工艺的流片对于中芯国际来说是一个良好的开局，从风险量产到规模量产，目前总计已有超过十个客户采用中芯国际的14nm工艺。

中芯国际28nm技术特点以及工艺组件选择



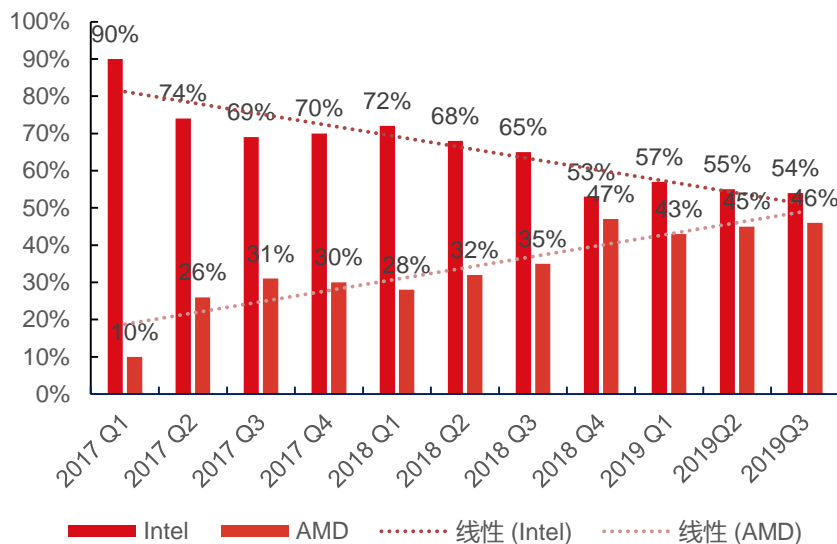
标准工艺组件选择		HKC+
核心 Vcc (V)		0.9
阈值电压	超低	√
	低	√
	标准	√
	高	√
1.8v 输入输出器件	1.8V 低载 1.2V	√
	1.8V 低载 1.5V	√
	1.8V	√
2.5V 输入输出组件	2.5V 低载 1.8V	√
	2.5V	√
	2.5V 超载 3.3V	√
静态存储器	单端	√
	双端	√

- 通过跑分来看，8核海光的性能大致类似6核锐龙5 1600X、8核锐龙7 1800X。双路32核海光的表现比较差，很多时候不如锐龙 7 1800X，唯一较好的就是更突出整数性能的Corona。主要是指指令集削减造成的影响。
- 整体跑分来看，性能表现意料之中，合情合理。我们国内能够拿到Zen这样非常成功的最新架构，是一次空前难得的历史机遇。



- 海光在AMD的基础上消化吸收AMD的技术，加入了自研技术和安全机制，其CPU性能目前在国产CPU中应是最强的，也是生态兼容性通用性最好的具备很强的市场竞争力。这一点从AMD市场份额大幅提升，股价在过去几年上涨800%就能体现出来。
- 2019年6月24日中科曙光、三家子公司以及无锡江南计算技术研究所被美国商务部列入“实体名单”，将被禁止从美国购买技术和组件。海光目前正积极寻找可替代部件，并通过调整生产计划、梳理主营业务等方式缓解对于生产经营的影响。同时也在积极和美国上游企业沟通，力求尽快恢复进行正常商业交易。

Intel和AMD市场份额对比



- 不得不承认的是，无论是桌面上还是服务器上，海光处理器的性能确实很平淡，但是这是一次空前难得的历史机遇，可以让我们一窥最先进的集成电路设计，获得极为宝贵的经验。海光处理器的意义，是一个全新的开端和突破。对于一些特殊、敏感的行业和领域，目前需要的也不是绝对高性能，而是首先解决有无的问题，解决能用的问题。
- 长期来看，海光公司目前整合了国内甚至国际顶级技术方案、设计人才以及政策资源，预计已初步具备芯片自主研发能力；引入 CPU和GPU架构方案，产品线未来甚至可拓展至C端，远期来看业务发展前景乐观；暨华为之后被列入清单，也验证了芯片和超算技术的稀缺性，作为安可和科技兴国核接心企业，公司已经具备全球级技术竞争力。

Hygon Dhyana定制处理器

技术水平	出货量	渗透率	竞争格局	未来业绩
AMD授权以Zen为基础架构的CPU技术，未来将在该技术上改进	2018Q4开始量产Zen芯片出货量近1万片，2019Q1出货量近3万片，2020年出货量目标要达到50万片。	今年芯片需求量保守估计600万片，海光将占到3%的份额（20万片）。	作为自主国产化的产品会受到国家政策的支持，海光凭借商用性能和性价比脱颖而出。	海光带来的投资收益以及服务器成本降低，对中科曙光业绩起到提升的作用。

- 1 CPU概念阐述
- 2 指令集架构的代表
- 3 国内CPU产品简介
- 4 海光与中科曙光
- 5 重点公司投资机会分析

长期来看，中科曙光确立科技兴国龙头地位。目前海光芯片拥有AMD顶级CPU全套源代码，即便在贸易摩擦的背景下也可以基于Zen进行改进和再创新，有望摆脱对国外的依赖。18年以来受中美贸易战以及实体清单的影响，我国产业政策向芯片等核心技术领域倾斜。有望在产业政策扶持下实现高端服务器领域的重大突破。

实体清单影响趋于弱化，供应链上游逐渐平缓。受实体清单影响，供应链上游紧缩，中科曙光2019年3季度营收增速放缓，年内前三季度营收增长分别为22.41%，22.12%和5.93%。随着海光、中芯国际等国内芯片供应厂商不断地技术突破，公司寻找替代供应商的范围渐渐扩大。

通用服务器



丰富多元



灵活定制



服务至上

高性能计算机



万余套实战经验



专注优化与定制



全生命周期服务

基础设施



简易模块化设计



创新的节能冷却技术



多场景需求匹配

存储产品



完善的产品体系



持续的技术创新



丰富的成功案例

大数据



高效



智能



敏捷

云计算



坚实基础架构



多样化云服务



开放性云生态

- 贸易摩擦反复导致公司销售下滑；
- 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

尖峰报告社群

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“尖峰报告”
回复<进群> 即刻加入