

**胡剑** SAC No. S0570518080001  
 研究员 SFC No. BPX762  
 021-28972072  
 hujian@htsc.com

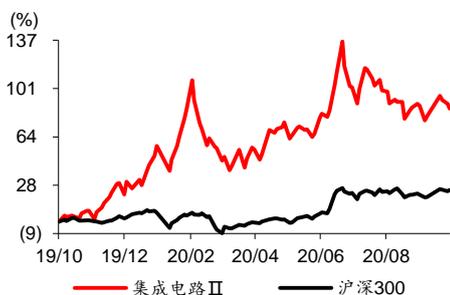
**刘叶** SAC No. S0570519060003  
 研究员 SFC No. BKS183  
 021-38476703  
 liuye@htsc.com

**李梓澎** SAC No. S0570120090023  
 联系人 lizipeng@htsc.com

## 相关研究

- 1《电子元器件：以史为鉴，IC 产业内循环新机遇》  
2020.08
- 2《电子元器件：国产半导体材料的新机遇》  
2019.10
- 3《电子元器件：射频前端芯片国产化机会》  
2019.10

## 一年内行业走势图



资料来源: Wind

## 内核架构意义凸显，RISC-V 现新机

### 集成电路产业系列报告之二

#### ARM 被收购或促 RISC-V 处理器自主可控提速

美国芯片巨头英伟达近期对全球指令集和处理器 IP 授权龙头 ARM 的收购计划进一步凸显了处理器内核架构对 IC 设计的重要意义。在移动互联网时代，中国多个领域芯片借助 ARM 架构处理器实现了崛起，我们看好中国企业与 ARM 继续合作拓展市场空间。与此同时，在中美贸易摩擦、ARM 技术供应稳定性存在风险的背景下，国内处理器自主可控有望提速。因为 RISC-V 具有开源和开放合作的优势，国内产学研各界正推动该架构的科学研究、架构生态建设和产业化，我们看好基于 RISC-V 架构实现中国 AIoT 处理器自主可控，产业链相关标的包括兆易创新、中颖电子、芯原股份等。

#### ARM 助力国产芯片质与量双击，AIoT 时代国产 MCU 成长空间广阔

移动互联网时代，随着半导体行业产业链朝着细分分工发展，IP 授权模式在芯片设计领域中崛起。作为全球处理器 IP 授权龙头，ARM 的授权模式在产业链分工的背景下助力国内芯片设计企业快速崛起。通过获得 ARM 架构授权，中国在部分智能手机、机顶盒、安防领域 SoC 芯片设计上不仅实现自主化，甚至达到世界领先水平；中国企业借助 ARM Cortex-M 系列处理器内核成功生产 32 位 MCU，进入之前被国际巨头所垄断的高端 MCU 市场。我们认为中国智慧物联网发展带来的增量需求和 ARM 多样的技术方案和完善的生态，有望继续给予中国 ARM 生态企业广阔的发展空间。

#### ARM 收购案或刺激自主可控提速，开源 RISC-V 成 AIoT 自主处理器选项

回顾中美贸易摩擦，美国对国内诸多企业进行了核心技术出口管制。ARM 的指令集架构、处理器内核 IP 技术和市场地位在被英伟达控制后，存在成为美国管制技术的可能性。RISC-V 架构的开源模式是自主可控的基础。我们认为，因其指令集本身兼具简洁、灵活和模块化等诸多特点，RISC-V 架构在 AIoT 领域的发展空间被全球范围顶尖企业和科研院所广泛关注。由于 X86 架构和 ARM 或同时被美国把持，且目前包括 X86 和 ARM 在内的任何指令集架构在 AIoT 领域尚未形成一家独大形势，我们认为 RISC-V 将为中国在 AIoT 处理器带来自主可控的机遇。

#### 发挥新型举国体制优势推进自主可控，国内产学研多领域协同发展已铺开

目前，国外新兴 RISC-V 企业和原有科技巨头纷纷布局卡位，RISC-V 生态逐渐成型。以史为鉴，中国正发挥新型举国体制优势，从政府政策到学术研究到产业落地多方面协同推动 RISC-V 架构在中国加速发展。相关扶持政策陆续出台；企业和科研院所正积极参与国内外各种形式的合作；大学和研究机构广泛开展基于 RISC-V 多领域的研究；近百家相关企业投入产业链各个环节，商业化成果陆续推向市场，其中不乏阿里巴巴旗下平头哥的玄铁 910 处理器内核、兆易创新的 GD32V 系列 32 位 MCU 和汇顶科技的 GM6x5x 系列指纹控制芯片等亮点产品。

#### 产业链相关标的

兆易创新 (MCU)、汇顶科技 (MCU、指纹控制芯片)、晶晨股份 (多媒体 SoC)、中颖电子 (MCU)、全志科技 (MCU)、芯原股份 (IP)、东载波 (MCU) 等。

风险提示：中美贸易摩擦加剧；国产技术发展不及预期。

## 正文目录

CPU 是计算机系统的核心,架构是 CPU 的基石 .....	4
从数千晶体管到百亿晶体管,CPU 在过去近五十年飞速发展 .....	4
指令集架构是 CPU 控制和计算指令的规范标准 .....	5
处理器微架构是指令集架构的物理实现.....	7
产业分工细化, ARM 成为处理器 IP 授权领域王者 .....	9
半导体产业垂直分工催生芯片 IP 产业.....	9
ARM 与移动互联网时代互相成就 .....	10
ARM 不出售芯片只授权架构, 商业模式开创半导体行业先河.....	10
ARM 通过指令集架构授权在技术上与合作伙伴互相紧密对接.....	11
ARM 提供多样化处理器内核 IP 授权, 与生态伙伴实现双赢.....	11
ARM 助力国产芯片质与量双击, 收购案或刺激自主可控提速 .....	13
智能移动设备普及, ARM Cortex-A 助力国产智能终端 SoC 崛起 .....	13
物联网时代 MCU 需求提升, 本土厂商借助 ARM Cortex-M 卡位高端市场.....	14
中国智慧物联市场前景广阔, ARM 授权仍是双赢选择 .....	16
ARM 收购案或带来技术供应不稳定性, 国产处理器或将加速自主可控处理器发展	17
RISC-V 引产业关注, 开源模式赋予国内处理器换道超车机会 .....	18
RISC-V 是新兴精简指令集, 开源模式吸引关注 .....	18
RISC-V 架构迎 AIoT 新机遇.....	18
CPU 自主可控道阻且长, 发挥新型举国体制优势布局 RISC-V .....	19
AIoT 爆发在即, 国内多方面推进 RISC-V 发展.....	20
政策陆续出台, 推动产业发展 .....	20
产学研齐登场, 积极投身国内外合作 .....	21
科研机构发力, 展开多领域研究.....	21
企业积极投身产业化, 自主产品不乏亮点 .....	22
国内 MCU 和 RISC-V 产业链重点公司情况.....	23
风险提示.....	24

## 图表目录

图表 1: 世界首款商用 CPU-Intel 4004.....	4
图表 2: 英特尔第十一代酷睿处理器芯片.....	4
图表 3: 苹果最新发布的 A14 Bionic SoC 搭载 6 核 CPU .....	5
图表 4: 指令集是计算机系统中硬件和软件之间交互的规范标准 .....	6
图表 5: ARMv8 指令集加法指令示意.....	6
图表 6: 冯·诺伊曼计算机体系基本结构.....	7
图表 7: 冯·诺伊曼计算机体系中 CPU 工作流程 .....	7
图表 8: ARM Cortex-A77 处理器架构图 .....	8
图表 9: AMD Zen2 处理器架构图 .....	8

图表 10: 部分先进处理器芯片架构对比 .....	8
图表 11: AMD Ryzen 3970x 处理器 .....	8
图表 12: 华为海思麒麟 9000 5G SoC .....	8
图表 13: 不同制程工艺设计成本预测 .....	9
图表 14: 2019 年半导体 IP 以功能分类市场份额 .....	9
图表 15: 2019 年全球十大半导体 IP 供应商 .....	10
图表 16: ARM 商业模式 .....	10
图表 17: ARM 授权体系 .....	10
图表 18: 复杂指令集和精简指令集对比 .....	11
图表 19: 苹果和安卓旗舰智能机芯片 Geekbench 单核跑分比较 .....	11
图表 20: 三星 Exynos 4412 SoC 架构图 .....	12
图表 21: 兆易创新 GD32E503 系列 MCU 架构图 .....	12
图表 22: ARM Cortex 系列处理器 IP .....	12
图表 23: 2020Q2 中国智能手机处理器市场份额 .....	13
图表 24: 2020Q2 全球智能手机处理器市场份额 .....	13
图表 25: 华为海思历代旗舰手机芯片 .....	13
图表 26: 部分中国本土基于 ARM 处理器的 SoC 产品 .....	14
图表 27: 2019 年全球 MCU 应用市场构成 .....	15
图表 28: 2019 年中国 MCU 应用市场构成 .....	15
图表 29: 2015-2022E 中国 MCU 市场规模和同比增长速度 .....	15
图表 30: 部分中国本土 32 位 MCU 供应商和代表产品 .....	16
图表 31: 中国物联网市场规模统计及预测 .....	17
图表 32: 2019-2030 中国人工智能核心产业规模及规划 .....	17
图表 33: 中国主要自主研发 CPU 简况 .....	17
图表 34: RISC-V 大事件汇总 .....	18
图表 35: RISC-V 内核需求数量构成预期 .....	19
图表 36: RISC-V 和其他架构授权模式比较 .....	19
图表 37: 基于 RISC-V 已形成三种知识产权模式 .....	20
图表 38: OpenHW Group 加盟成员 .....	21
图表 39: 部分国内科研机构基于 RISC-V 研究项目 .....	22
图表 40: 阿里巴巴平头哥玄铁 910 算力全球第一 .....	22
图表 41: 兆易创新全球首颗 RISC-V 内核 32 位 MCU .....	22
图表 42: 中国本土部分设计企业及其基于 RISC-V 架构的芯片产品 .....	22
图表 43: 报告中提及公司信息概览 .....	24

## CPU 是计算机系统的核心,架构是 CPU 的基石

美国太平洋时间 2020 年 9 月 13 日,美国图形处理器和人工智能芯片巨头英伟达(NVDA US, 无评级)在官网宣布计划以总价为 400 亿美元的英伟达股票和现金从日本的软银和软银愿景基金收购全球最大处理器内核 IP (Intellectual Property) 供应商 ARM Limited。据 ARM 官网介绍,全球超过 95% 的智能手机基于 ARM IP 开发,中美贸易摩擦的时代背景下,继 X86 架构被美国牢牢掌控之后,ARM 架构或同时被美国公司掌控,引发市场对中国缺少自主处理器架构和芯片产业链安全广泛关注。

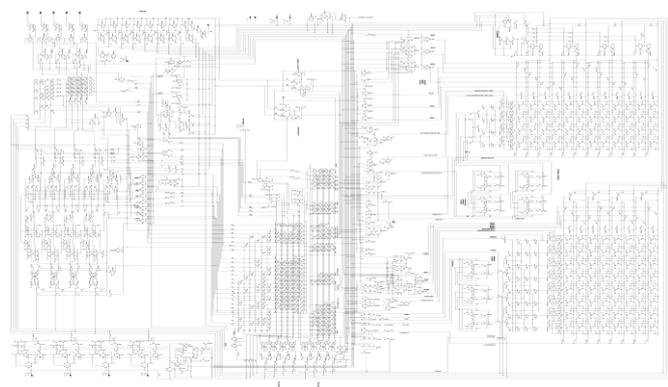
因此,我们对处理器发展史、ARM 公司、ARM 与中国的合作以及处理器架构自主可控发展等方面进行研究分析,我们认为中国芯片公司和 ARM 在移动互联时代合作中实现双赢,国产智能手机、多媒体领域 SoC 达到世界领先,高端 32 位 MCU 实现了突破。未来智慧物联时代带来极为丰富的应用场景和智能设备需求,基于 ARM 架构的国产 MCU、SoC 应用有广阔的发展空间。同时,我们认为英伟达收购 ARM 或将重塑全球芯片产业格局,在中美贸易摩擦背景下,ARM 架构因其技术和市场地位有成为管制技术的潜在可能性。我们认为这种不确定性或将刺激中国自主化进程提速。RISC-V 架构凭借开源和开放等优点,有望成为中国 AIoT 领域自主可控处理器架构的最佳选择。

## 从数千晶体管到百亿晶体管,CPU 在过去近五十年飞速发展

中央处理器单元(CPU, Central Processor Unit)是计算机系统的核心。CPU 的功能主要为处理指令、执行操作、控制时间、处理数据。中央处理器主要包括逻辑运算器、控制器和寄存器等部件。同时,CPU 还包括高速缓冲存储器(Cache)及实现它们之间联系的数据、控制的总线。其中,逻辑运算器是多功能的运算单元,主要进行相关的逻辑运算,如执行移位操作和逻辑操作。除此之外,逻辑运算器还可以执行定点或浮点算术运算操作,以及地址运算和转换等命令。控制器则是主要用来对指令进行分析并且能够发出相应的控制信号。寄存器则是用来暂存指令、数据和地址信息。

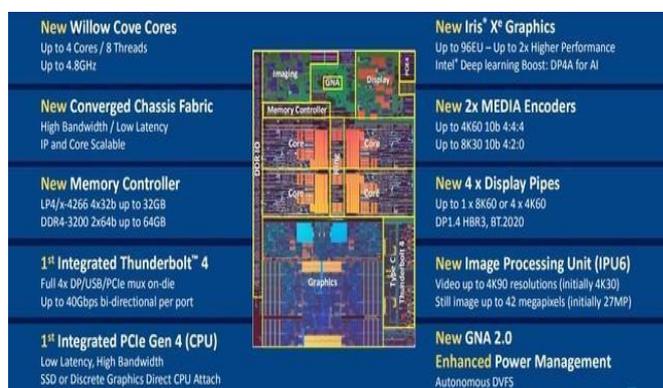
1971 年 11 月 15 日,美国英特尔公司(INTC US,无评级)推出世界第一款商用计算机微处理器 Intel 4004,被认为是 CPU 发展史的开端。作为 4 位处理器,Intel 4004 由 10um 制程工艺在 2 英寸晶圆上打造,集成了 2300 个晶体管,主频为 740kHz。而到了 49 年后的 2020 年,第十一代酷睿处理器芯片基于英特尔 10nm 工艺打造,将集成超过百亿个晶体管,最高主频可高达 4.8GHz。这颗 CPU 芯片不再是单一的 CPU,而是集成了全新架构的 Willow Cove 内核、Iris X 图形处理器、内存控制器、图像处理器、媒体解码器、电源管理、神经元加速器和各类高速接口控制器等各种组件。其中 Willow Cove 内核正是这颗 CPU 芯片集成的传统意义上的 CPU。

图表1: 世界首款商用 CPU-Intel 4004



资料来源: Intel,华泰证券研究所

图表2: 英特尔第十一代酷睿处理器芯片

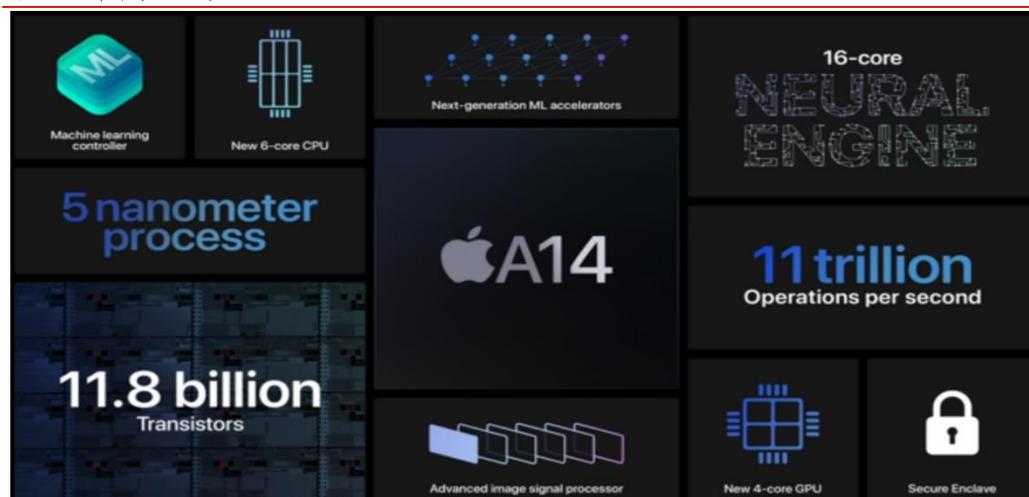


资料来源: Intel,华泰证券研究所

现代 CPU 成为处理器（processor）芯片的核心组件之一，而不仅仅是唯一组件。在过去 50 多年间，芯片制程工艺在摩尔定律的指引下从数十微米演进至 5 纳米，芯片的集成度不断提升。现代的应用处理器芯片（AP，application processor）、微处理器（MPU，Microprocessor Unit）、微控制器（MCU，Microcontroller Unit）、片上系统（SoC，System on Chip）等数字逻辑运算芯片在 CPU 外围集成了其他功能多样的组件。这些超大规模集成电路的 CPU 模块被称为处理器内核（Core）。2020 年 10 月 14 日发布的苹果 5nm 移动终端处理器芯片 A14 Bionic 集成了 118 亿个晶体管，2020 年 10 月 22 日，华为发布的麒麟 9000 5G SoC 集成了超过 150 亿个晶体管。

多核技术的出现，在芯片基板上集成多个 CPU 内核，进一步提升了现代处理器芯片的性能。多个内核集成为一个 CPU 集合（cluster）共享一级高速缓存。2012 年，ARM 又引入大小核技术（big.LITTLE technology），在 SoC 的 CPU 集合里同时集成了高性能的大核（Cortex-A7x）和低功耗小核（Cortex-A5x），在不同应用场景下切换，从而达到性能和待机时长兼顾。大小核的 CPU 集合在智能手机芯片中最为常见。

图表3：苹果最新发布的 A14 Bionic SoC 搭载 6 核 CPU



资料来源：Apple，华泰证券研究所

### 指令集架构是 CPU 控制和计算指令的规范标准

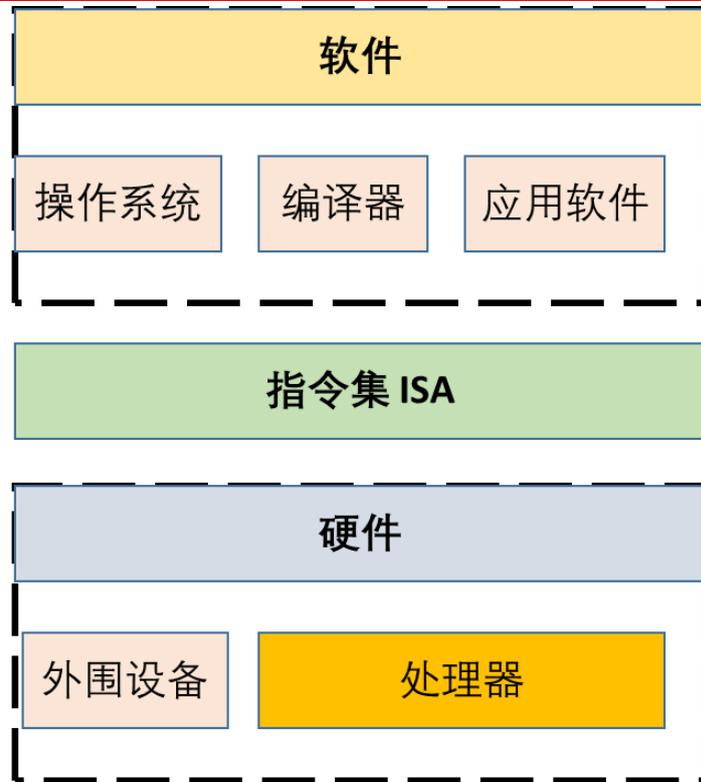
**计算机指令（Instruction）是计算机硬件直接能识别的命令。**指令是由一串二进制数码组成。一条指令通常由两个部分组成：操作码和地址码。操作码指明该指令要完成的操作的类型或性质，如取数、做加法或输出数据等；地址码指明操作对象的内容或所在的存储单元地址。计算机程序在硬件上执行是由成千上万条指令组成的。一段程序通过编译翻译成汇编语言，而后通过汇编器翻译成一条一条机器码。这些机器码是由 0 和 1 组成的机器语言表示，也就是计算机指令。

**指令集架构（Instruction Set Architecture）是指一种类型 CPU 中用来计算和控制计算机系统的一套指令的集合。**指令集架构主要规定了指令格式、寻址访存（寻址范围、寻址模式、寻址粒度、访存方式、地址对齐等）、数据类型、寄存器。指令集通常包括三大类主要指令类型：运算指令、分支指令和访存指令。此外，还包括架构相关指令、复杂操作指令和其他特殊用途指令。因此，一种 CPU 执行的指令集架构不仅决定了 CPU 所要求的能力，而且也决定了指令的格式和 CPU 的结构。X86 架构和 ARMv8 架构就是指令集架构的范畴。

指令集架构以其复杂性可被分类为复杂指令集架构（CISC，Complex Instruction Set Computer）和精简指令集架构（RISC，Reduced Instruction Set Computer）两大类。CISC 和 RISC 指令集架构是计算机指令系统的优化发展中先后出现。在计算机发展初期，计算机的优化方向是通过设置一些功能复杂的指令，把一些原来由软件实现的、常用的功能改用硬件的指令系统实现，以此来提高计算机的执行速度，这种计算机系统就被称为复

杂指令系统计算机。20世纪80年代，尽量简化计算机指令功能的基本思想被提出，功能简单、能在一个节拍内执行完成的指令被保留，而较复杂的功能用一段子程序来实现，这种计算机系统就被称为精简指令系统计算机。

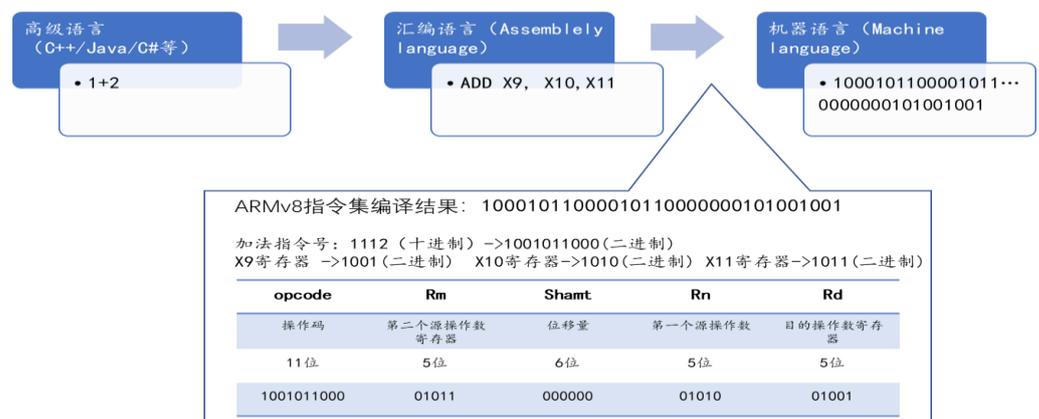
图表4：指令集是计算机系统中硬件和软件之间交互的规范标准



资料来源：华泰证券研究所

**X86架构是目前唯一的主流复杂指令集，垄断个人计算机和服务器处理器市场。**X86架构是英特尔公司在1978年发布。在过去四十多年，x86家族不断壮大，从桌面转战笔记本、服务器、超级计算机。目前，X86架构授权被英特尔、超微半导体（AMD US，无评级）和台湾威盛三家把持。其中，英特尔和AMD的X86处理器在桌面电脑和笔记本市场占据主导地位。据2017年IDC的报告统计，X86处理器在服务器市场占有率也高达96%。根据Mercury Research统计，2019年台湾威盛仅占有0.1%的X86桌面处理器市场份额。

图表5：ARMv8指令集加法指令示意



资料来源：ARMv8架构手册，华泰证券研究所

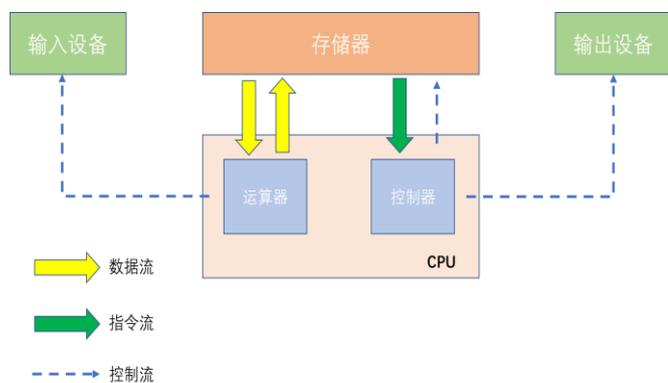
**ARM 指令集架构作为目前最成功 RISC 架构,主导了智能手机和物联网芯片处理器市场。**根据英伟达公告,基于 ARM 架构的芯片已累计出货 1800 亿颗。ARM 架构处理器在智能手机芯片、车载信息芯片、可穿戴设备、物联网微控制器等领域占到 90% 以上市场份额。90 年代, MIPS 和 Alpha 作为知名 RISC 在与 X86 竞争计算机市场中失败,又在错过智能终端高速发展的机遇中走向衰弱。2010 年发布的 RISC-V 作为从发明伊始即以开源为最大特色的 RISC ISA 受到全球学界、产业界的高度关注。全球顶级学府、科研机构、芯片巨头纷纷参与,各国政府出台政策支持 RISC-V 的发展和商业化。**RISC-V 有望成为 X86 和 ARM 之后 ISA 第三极。**

### 处理器微架构是指令集架构的物理实现

冯·诺依曼体系结构是现代计算机的基础。1946 年美籍匈牙利科学家冯·诺伊曼提出存储程序原理,把程序本身当作数据来对待,程序和该程序处理的数据用同样的方式存储,并确定了存储程序计算机的五大组成部分和基本工作方法。冯·诺依曼体系结构主要由 CPU、存储器 (Memory) 和输入输出设备 (I/O Device) 组成。在该体系结构下,指令和数据需要从同一存储空间存取,经由同一总线传输,无法重叠执行。冯·诺依曼体系的 CPU 工作分为 5 个阶段:取指令阶段 (instruction fetch)、指令译码阶段 (instruction decode)、执行指令阶段 (execute)、访存取数 (read memory) 和结果写回 (write back)。

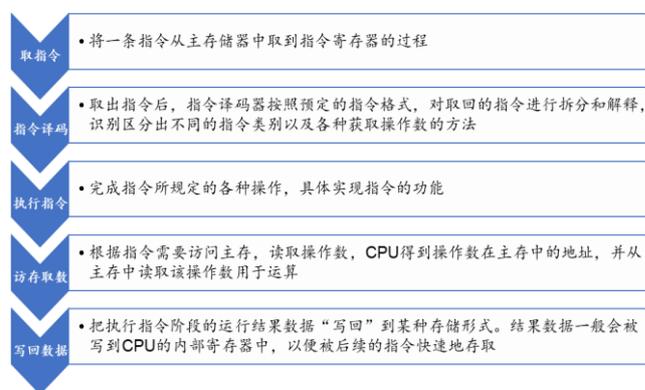
哈佛结构是另一种主要计算机架构体系。与冯诺依曼处理器相比,哈佛结构的指令和数据存在两个相互独立的存储器模块,使用两条独立的总线连接 CPU 和存储模块。而在改进型哈佛结构 (Modified Harvard Architecture) 中,指令和数据存在两个相互独立的存储器模块,但是共用地址和数据总线。现代的复杂芯片上,已经看到纯粹的冯·诺伊曼体系或者哈佛体系,而大多数能看到是两者融合或者并存的体系。

图表6: 冯·诺伊曼计算机体系基本结构



资料来源:《Computer Architecture》,华泰证券研究所

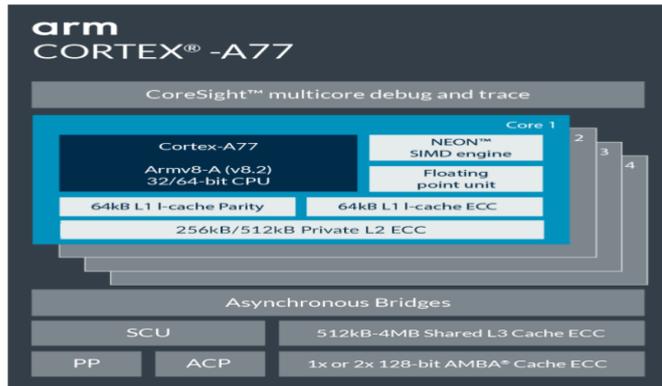
图表7: 冯·诺伊曼计算机体系中 CPU 工作流程



资料来源:《Computer Architecture》,华泰证券研究所

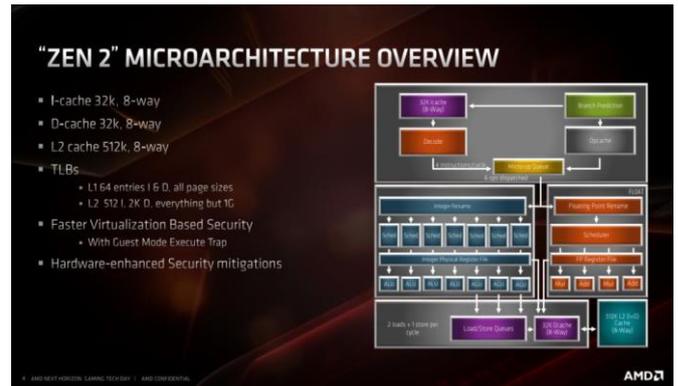
**实现指令集架构的物理电路被称为处理器的微架构 (Micro-architecture)。**因此,通俗来讲处理器架构就是处理器电路。通常,具备独立设计处理器微架构的企业被认为有处理器研发能力。大多数情况下,一种处理器的微架构是针对一种特定指令集架构进行物理实现。少部分处理器架构设计为了更好的兼容性,会在电路设计上实现多个指令集架构。虽然,指令集架构可以授权给多家企业,但微架构的设计细节,也就是对指令的物理实现方式是各家厂商绝对保密的。由于处理器的功能要求、使用场景不同、各家企业设计技术的差异等因素,即使基于同一指令集架构,各个企业也会设计生产出不同的处理器架构。

图表8: ARM Cortex-A77 处理器架构图



资料来源: ARM, 华泰证券研究所

图表9: AMD Zen2 处理器架构图



资料来源: AMD, 华泰证券研究所

在计算机时代,英特尔和 AMD 等主要处理器厂商研发处理器架构仅供应自家处理器芯片。作为垄断个人电脑和服务器的 X86 架构阵营,英特尔和 AMD 继续延续只为自家处理器芯片设计供应处理器内核的模式。2016 年,AMD 和中国服务器企业海光合作,授权给海光的 Zen 架构正是处理器微架构。这个授权物实际就是 AMD 根据 X86 架构设计完成的处理器电路,并不是 X86 指令集架构。即使是以这种 IP 授权方式的合作,在 X86 阵营中也是极少的个例。

在智能移动设备兴起的近 20 年,以 ARM 模式为代表的内核微架构 IP 授权模式兴起。ARM 开发内核微架构后,将它们以 IP 形式上架出售,芯片厂商以 ARM 授权的内核为基础设计芯片使用或对外销售。基于 ARM 精简指令集架构的 ARM 内核微架构 IP 选择多样、设计精简可靠、在低功耗领域表现优异,这种授权模式在以手机、平板为代表的移动终端芯片、机顶盒、视频监控等应用媒体芯片等应用为代表移动智能领域获得广泛的成功。ARM 因此也成为移动互联时代的处理器 IP 授权霸主。

图表10: 部分先进处理器芯片架构对比

芯片品牌	项目代号	生产厂商	发布时间	指令集架构	处理器微架构	终端应用
麒麟 9000	Hi36A0	华为	2020 年	ARM	Cortex-A77+A55	智能手机
骁龙 865	SM8250	高通	2019 年	ARM	Kryo 585	智能手机、平板电脑
十一代酷睿	Tiger Lake	英特尔	2020 年	X86	Willow Cove	笔记本、桌面电脑
Ryzen 3970X	-	超微	2020 年	X86	Zen 2	桌面电脑

资料来源: 各公司官网, 华泰证券研究所

图表11: AMD Ryzen 3970x 处理器



资料来源: AMD 官网, 华泰证券研究所

图表12: 华为海思麒麟 9000 5G SoC

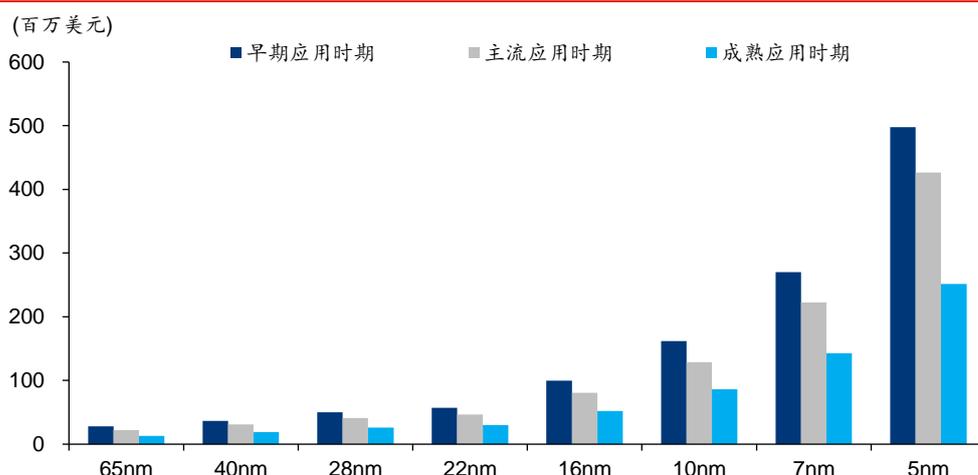


资料来源: 华为官网, 华泰证券研究所

## 产业分工细化，ARM 成为处理器 IP 授权领域王者 半导体产业垂直分工催生芯片 IP 产业

20世纪90年代开始，信息产业核心从个人计算机向手机产业过渡，信息时代从互联网为主体的阶段向移动互联阶段过渡。智能移动终端和智能多媒体产品更加复杂多样，对芯片功能和性能需求差异化增加了设计的复杂度。另一方面，随着摩尔定律推进，先进工艺制程芯片设计研发资源和成本持续增加。根据2020年IBS报告预测，一款先发使用5nm制程芯片设计成本将高达4.97亿美元，相比16nm增长多达5倍；即使5nm将来成为成熟制程，单款芯片设计成本也将高达2.5亿美元，接近7nm的先发芯片设计成本。全球半导体产业在fabless+foundry+OSAT（无晶圆设计+晶圆代工+封装测试）的分工大趋势下继续细化分工，芯片设计产业进一步拆分出芯片IP（Intellectual Property）产业。

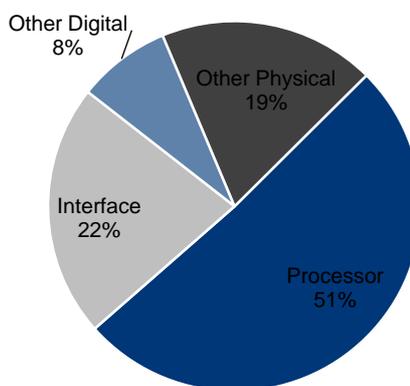
图表13：不同制程工艺设计成本预测



资料来源：IBS，华泰证券研究所

半导体IP（Intellectual Property）指已验证的、可重复利用的、具有某种确定功能的集成电路模块。IP供应商专注开发IP微架构，通过收取IP架构授权费、版税进行盈利。设计公司在芯片设计中将得到授权的IP直接集成到芯片中实现功能，避免重新开发。根据Markets and Markets预测，半导体IP市场到2024年将达到65亿美元规模，市场增长的推动因素是消费电子领域不断进步的多核技术和现代SoC设计领域持续增加的需求。根据IP功能细分，处理器IP占据最大的IP市场份额，根据IPnest统计，2019年包括CPU、GPU、NPU、VPU、DSP和ISP六大类处理器IP占全市场51%份额。

图表14：2019年半导体IP以功能分类市场份额



资料来源：IPnest，华泰证券研究所

## ARM 与移动互联网时代互相成就

ARM 英文全称 Advanced RISC Machines，总部位于英国剑桥。该公司成立于 1990 年 11 月，是苹果电脑，Acorn 电脑集团和 VLSI Technology 的合资公司。ARM 不制造芯片，也不销售实际的芯片给终端客户，而是通过授权其 RISC ISA 和处理器设计方案，由合作伙伴生产出各具特色的芯片。ARM 公司利用架构授权的模式与伙伴达成双赢，迅速成了全球性的精简指令集微处理器标准的缔造者。2016 年 7 月，日本软银（Softbank）宣布斥资 243 亿英镑收购 ARM 公司，但在业务上仍然保持独立运营。

ARM 凭借在通用处理器 IP 领域垄断优势，在 IP 营收上稳居全球 IP 供应商排名榜首。基于 ARM 指令集开发的 ARM 处理器内核被广泛应用于智能手机、电视机、汽车、智能家居、智慧城市和可穿戴等设备上。据软银 2017 年世界大会公布的 ARM 市场份额显示，超过 99% 的智能手机、调制解调器，超过 95% 的车载信息设备和超过 90% 的可穿戴设备搭载了 ARM 架构处理器。

图表15： 2019 年全球十大半导体 IP 供应商

2019 年排名	公司名称	国家/地区	2019 年市占率
1	ARM	英国	40.80%
2	Synopsys	美国	18.20%
3	Cadence	美国	5.90%
4	SST	美国	2.90%
5	Imagination	英国	2.60%
6	CEVA	以色列	2.20%
7	Verisilicon	中国大陆	1.80%
8	Achronix	美国	1.30%
9	Rambus	美国	1.20%
10	eMemory Tech	中国台湾	1.20%

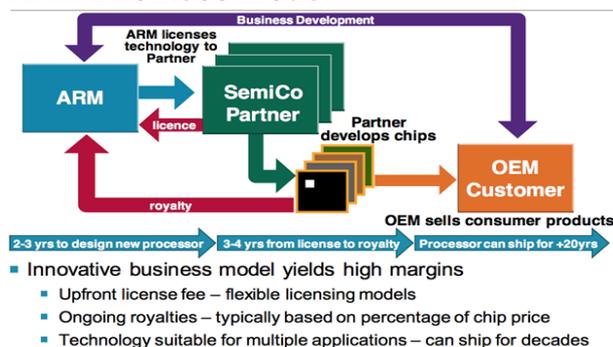
资料来源：IPnest，华泰证券研究所

## ARM 不出售芯片只授权架构，商业模式开创半导体行业先河

作为半导体企业，ARM 独特的商业模式是不设计和制造整芯片，而是专注处理器内核架构的授权。ARM 一直以来保持作为处理器 IP 供应商的中立地位。中立地位帮助 ARM 通过架构授权广泛推广了基于 ARM 架构的生态系统。ARM 处理器架构授权主要分为指令集授权和处理器架构授权两个层次：一是 ARM 指令集架构授权，二是 ARM 处理器架构授权。公司收入来源包括：1) 对半导体公司的授权费用，一定时间范围内是一次性的；2) 半导体公司向其他客户销售芯片的 royalty 费用，客户每生产一颗芯片 ARM 都有一定百分点的版税收入；3) 向半导体公司、用户提供技术咨询服务的费用。

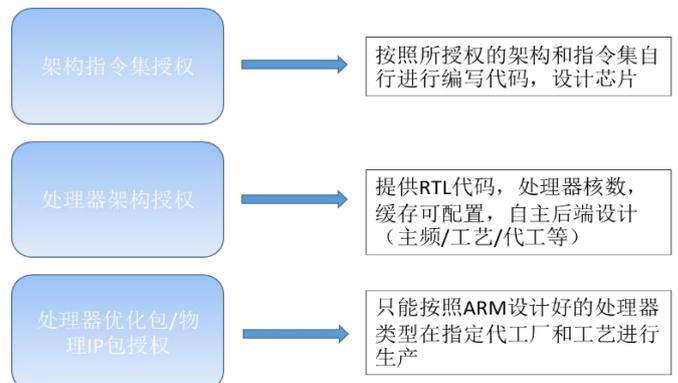
图表16： ARM 商业模式

### ARM Business Model



资料来源：ARM、华泰证券研究所

图表17： ARM 授权体系



资料来源：ARM、华泰证券研究所

### ARM 通过指令集架构授权在技术上与合作伙伴互相紧密对接

**ARM 指令集架构授权指 ARM 将 ARM RISC 精简指令集授权给受让方。**受让方可以对 ARM 指令集进行大幅度改造，甚至可以对 ARM 指令集进行扩展或缩减。之后，受让方根据自己改进过的指令集研发处理器架构，从而在根源上做到了对处理器架构的差异化设计，保持对自研芯片的掌控力，达成独特竞争力同时又兼容 ARM 的完善生态环境。而 ARM 在这种合作模式中与合作伙伴结成高度紧密的技术合作关系。

图表18：复杂指令集和精简指令集对比

对比项	X86	ARM
ISA 类型	复杂指令集	精简指令集
指令集复杂度	复杂庞大	简单精简
指令宽度	变长	定长
数据类型	多而复杂	少而简洁
微架构实现	设计难度高、成本高	设计难度相对低、成本低
软件系统开发时间	较短	较长
应用领域	个人计算机、服务器、超级计算机	智能终端设备、智能穿戴、工业/IoT 微控制器

资料来源：CSDN，华泰证券研究所

苹果的 A 系列处理器是基于 ARM 指令集架构授权自研内核的成功典范。2012 年 9 月，苹果随 iPhone5 上市发布了 A6 处理器 SoC，这颗 SoC 基于 ARMv7 架构打造的 Swift 内核微架构开启了苹果基于 ARM 架构自研处理器内核的序幕。2013 年 9 月，苹果率先发布搭载基于 ARMv8 架构研发的 64 位 Cyclone 架构的双核 A7 处理器。A7 作为世界首款 64 位智能手机处理器，在性能表现力压还在 32 位四核方案上竞争的安卓阵营。苹果 A 系列处理器内核性能力压所有安卓阵营竞争对手序幕由此开启，并延续至今。2020 年，苹果宣称新发布的 A14 Bionic 芯片性能已经堪比部分笔记本处理器。

图表19：苹果和安卓旗舰智能机芯片 Geekbench 单核跑分比较

芯片名称	厂商	处理器大核	制程	发布时间	GKB5 单核分数	GKB4 单核分数
A13 Bionic	苹果	Lightning	N7+	2019	5453	1328
A12 Bionic	苹果	Vortex	N7	2018	4795	1115
A11 Bionic	苹果	Monsoon	N10	2017	4266	930
Snapdragon 865	高通	Kryo 585 (A77 改)	N7	2019	4270	918
Kirin 990 5G	海思	Cortex-A76 改	N7+	2019	3967	783

资料来源：Geekbench，各公司官网，华泰证券研究所

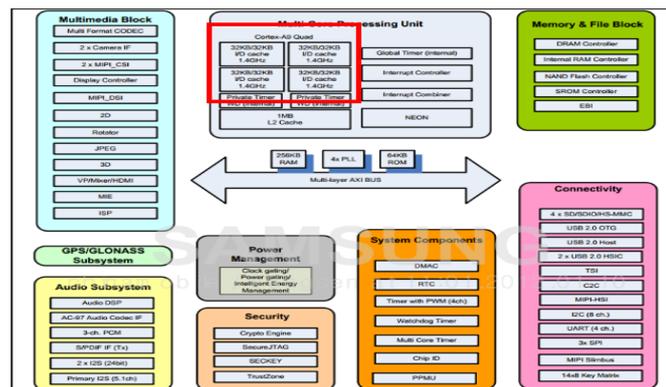
苹果在今年 WWDC2020 宣布 Mac 电脑将转向使用公司自主开发的基于 ARM 架构处理器。我们认为，苹果结束与英特尔长达 15 年的合作，转而使用自研 ARM 处理器最重要目的是进一步封闭苹果的软硬件生态。苹果希望如同 iPhone 的成功一样，从硬件上得到充分自主，做到差异化竞争优势。从 ARM 角度来看，苹果一旦成功也将帮助 ARM 实现一直以来希望撕开 X86 垄断的个人计算机市场的野心。

### ARM 提供多样化处理器内核 IP 授权，与生态伙伴实现双赢

**ARM 处理器架构授权指 ARM 将自行设计的处理器内核 IP 授权给客户。**客户可以直接将内核 RTL (Register Transition Level) 代码在芯片前端设计时集成在芯片处理器模块中。客户也可以对处理器缓存、核数、频率进行配置。通过系统总线与其他的功能模块、外设接口、主存储接口模块等连接，生成完整的芯片。ARM 为各种应用场景提供多样化的家族化处理器 IP 解决方案，覆盖高性能计算、高性能实时、低功耗嵌入式、云端计算、硬件安全和高性能机器学习等场景。ARM 的处理器 IP 授权模式为合作伙伴提供可靠处理器的同时降低芯片开发成本，推动应用的创新。而广泛的合作伙伴丰富了 ARM 的生态，奠定 ARM 在智能时代中智能手机、物联网等领域处理器主导地位。

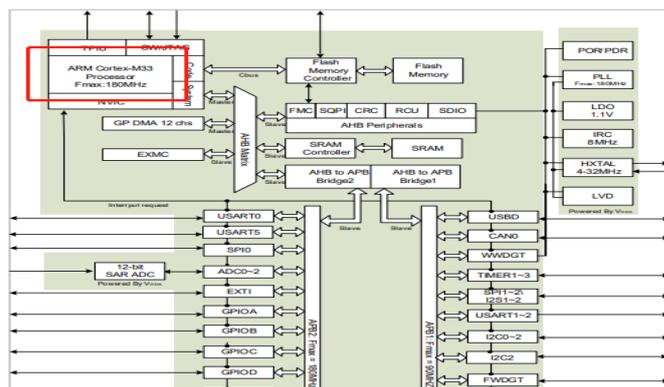
行业研究/深度研究 | 2020年10月23日

图20: 三星 Exynos 4412 SoC 架构图



资料来源:三星,华泰证券研究所

图21: 兆易创新 GD32E503 系列 MCU 架构图



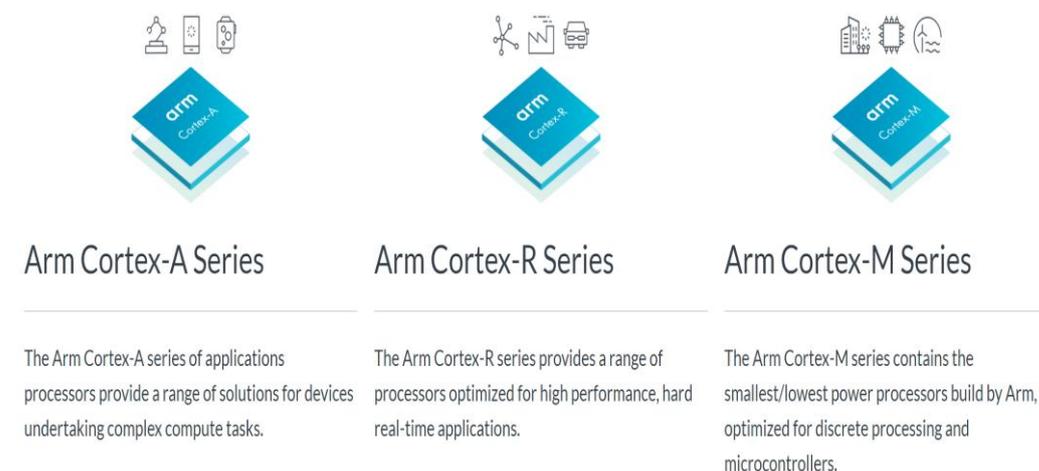
资料来源:兆易创新,华泰证券研究所

ARM Cortex 系列处理器内核是 ARM 家族中占据处理器 IP 市场的核心系列。其中, Cortex-A 系列面向高性能计算需求、运行丰富操作系统和程序任务的应用领域。例如智能手机、平板电脑、机顶盒、数字电视、路由器和监控 SoC 芯片等。Cortex-A 目前有 A7x 系列为代表的性能大核产品线和 A5x 系列为代表的低功耗小核产品线。

现代多核 SoC 为了兼顾性能峰值表现和低功耗,经常同时集成一定数量大核和小核。其中大核运行短时间的高性能需求任务;小核运行低性能需求的任务或者在待机状态支持背景任务运行。目前,除了苹果自研处理器内核以外,以高通、海思、联发科为首的安卓智能机 SoC 芯片设计企业都采用 Cortex-A7x 和 A5x 搭配作为内核集合(cluster)配置。其中,高通和华为会在架构上做不同程度的优化。

相比 Cortex-A 处理器内核, Cortex-M 处理器内核被设计成面积更小,能效比更高。通常这些处理器的流水线很短,设计简单,最高时钟频率很低,功耗表现优异。Cortex-M 系列在目前智能互联时代应用前景非常广阔,覆盖智能测量、人机接口设备、汽车和工业控制系统、大型家用电器、消费性产品和医疗器械等应用需求, Cortex-M 在目前全球 32 位 MCU 市场占据主导地位。Cortex-R 处理器是面向实时应用的高性能处理器系列,运行在比较高的时钟频率,其响应延迟非常低。主要应用于硬盘控制器,汽车传动系统和无线通讯的基带控制等领域。

图22: ARM Cortex 系列处理器 IP

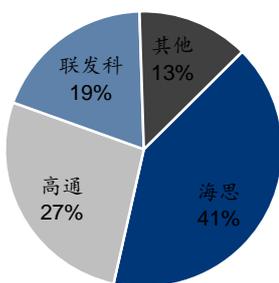


资料来源:ARM,华泰证券研究所

## ARM 助力国产芯片质与量双击，收购案或刺激自主可控提速 智能移动设备普及，ARM Cortex-A 助力国产智能终端 SoC 崛起

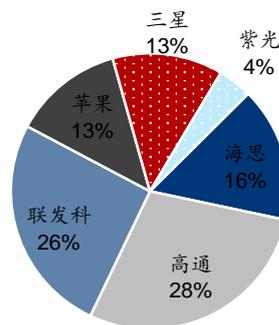
根据 CINNO Research 发布的最新数据显示,2020年上半年,国内市场智能机销量约1.4亿部,其中华为(含荣耀)市场份额达到40.2%。另据市场调研机构 Counterpoint 发布的报告显示,2020Q2海思麒麟芯片占据41%的国内智能手机芯片市场份额,成为国内第一。同时,海思麒麟芯片在全球智能机芯片市场份额提升到16%,超过苹果和三星。近年来华为手机质和量形成双击,特别是旗舰手机得到全球市场广泛认可。除去全球疫情蔓延和美国打压带来的国货消费潮等偶然因素,我们认为内在主因是基于硬件上的自主创新获得的用户体验提升和形成差异化竞争。搭载 ARM 处理器的华为海思自研的麒麟芯片是一系列硬件创新的核心之一。

图表23: 2020Q2 中国智能手机处理器市场份额



资料来源: Counterpoint, 华泰证券研究所

图表24: 2020Q2 全球智能手机处理器市场份额



资料来源: Counterpoint, 华泰证券研究所

半导体产业 fabless+foundry+OSAT 分工体系从工程上成就了包括麒麟芯片在内的海思芯片的成功。华为对海思不断持续巨额投入带来的芯片设计能力提升成功对接全球最先进的制程工艺和封装工艺。而在芯片设计领域,ARM 的处理器 IP 授权模式成为历代麒麟芯片成功的重要因素之一。ARM 的授权模式对麒麟芯片积极影响有以下几方面:一是在创业初期,ARM 的授权模式可以帮助作为后发者的海思在处理器内核性能上直接拉到和安卓阵营竞争对手同一个层级。二是对于 ARM 在智能手机领域的主导地位,使海思自研手机芯片能够借助 ARM 完善的生态,帮助华为手机快速进入主流智能机市场。三是基于消费电子市场的特点,ARM 的处理器授权有效缩短了包括海思在内的企业开发周期和成本。

图表25: 华为海思历代旗舰手机芯片

麒麟 SoC 型号	CPU 架构	发布时间
K3V1	单核 ARM9E	2009
K3V2	四核 A9	2012
Kirin 910	四核 A9	2014H1
Kirin 920	四核 A15+四核 A7	2014H2
Kirin 930	四核 A53+四核 A53	2015Q1
Kirin 935	八核 A53	2015Q1
Kirin 950	四核 A72+四核 A53	2015Q4
Kirin 955	四核 A72+四核 A53	2016Q1
Kirin 960	四核 A73+四核 A53	2016Q4
Kirin 970	四核 A73+四核 A53	2017Q3
Kirin 980	双核 A76 大核+双核 A76+四核 A55	2018Q3
Kirin 990 (5G)	双核 A76 改(大)+双核 A76 改(中)+四核 A55	2019Q3
Kirin 9000	A77 超大核+三核 A77 大核+4 核 A55 能效小核	2020Q4

资料来源: 华为官网, 海思官网, 华泰证券研究所

除了基于 ARM 公版内核架构开发芯片以外，华为已经具备基于 ARM 指令集架构的处理器内核开发能力。海思在麒麟 990 官方发布和配置表都宣称使用“基于 A76”(A76 Based) 内核，显示海思已经对 ARM 处理器内核和指令集有深入了解，掌握了自行对架构修改的能力。2019 年 1 月，华为跟进一步发布自研服务器芯片鲲鹏 920。该服务器芯片搭载了 64 颗海思基于 ARMv8 架构自研的泰山内核。整体服务器性能较市场现有竞品提升 20%。2019 年 5 月，华为宣布获得 ARMv8 架构永久授权，并且强调华为海思有持续自行开发设计基于 ARM 授权架构的处理器。

近年来，智能手机 SoC 以外的国产智能终端 SoC 芯片也借助 Cortex-A 系列处理器 IP 逐步实现国产替代。国产搭载 ARM 架构处理器的 SoC 涵盖了智能高清机顶盒、IPC、网络摄像头、车载娱乐信息设备等。根据格兰研究院数据，2018 年华为海思和晶晨股份(688099, 无评级) 分别占据国内 60.7%和 32.6%的 IPTV/OTT 机顶盒芯片市场。而在 2013 年，欧洲芯片巨头意法半导体还占据国内机顶盒芯片市场 30%以上。在安防领域，以海思为代表的国内厂商已经实现 IPC 芯片实现低端替代到全档次布局。

图表26：部分中国本土基于 ARM 处理器的 SoC 产品

代表公司	代表产品	CPU 内核	应用
华为海思	Kirin 9000	4*Cortex-A77+4*A55	旗舰 5G 智能手机
	Kunpeng 920	基于 ARMv8.2 指令集自研 CPU	ARM 架构服务器
	Hi3798	Cortex-A53	4K UHD 机顶盒
	Hi3559	2*Cortex-A73+2*A55	工业级 8K IPC SoC
紫光展锐	虎贲 T7520	4*Cortex-A76+4*A55	5G 智能手机
	晶晨股份	S912	4K 机顶盒、智能家居
		T966	Cortex-A53
全志科技	A111	Cortex-A5	智能音箱，智能家居
	A133	4*Cortex-A53	中低端平板电脑
	H616	4*Cortex-A53	6K OTT 机顶盒
	T7	6*Cortex-A7	车规级驾舱信息娱乐系统
国科微	GK6202S	Cortex-A53	智能机顶盒、智能机顶盒音箱
	GK7205	ARM1176	H.265/264 全高清 IPC
富瀚微	FH8630D	ARM1176	网络摄像机 SoC

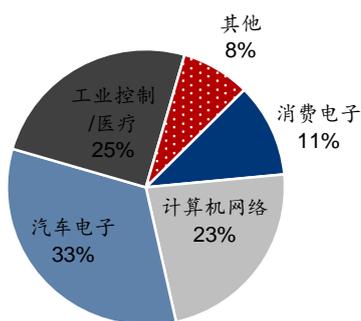
资料来源：各公司官网，华泰证券研究所

### 物联网时代 MCU 需求提升，本土厂商借助 ARM Cortex-M 卡位高端市场

根据 IC Insights 数据，2019 年 MCU 全球销售额为 164 亿美元。产品主要用于汽车电子、工控/医疗、计算机网络和消费电子等领域，占比分别为 33%、25%、23%和 11%。IC Insights 同时预计 MCU 在经历 2019 年和 2020 年下滑后，将在 2021 年出现温和复苏，销售额将增长 5%至 157 亿美元，其次是 2022 年将同比增长 8%，2023 年将同比增长 11%。届时 MCU 收入将创下 188 亿美元的新高。全球 MCU 市场主要由瑞萨电子(日本)、恩智浦(荷兰)、英飞凌(德国)、微芯科技(美国)、三星电子(韩国)、意法半导体(意法)、赛普拉斯(美国)占据。

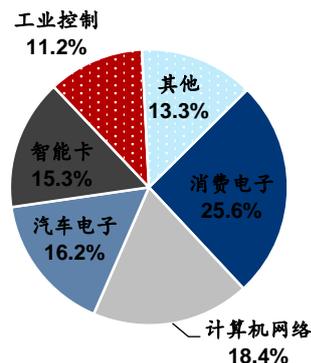
根据 HIS 和 ASPENCORE 数据，2019 年中国 MCU 市场规模达到 256 亿人民币。中国 MCU 应用市场主要集中在家电/消费电子、计算机网络、汽车电子、智能卡、工控等领域，市场占比分别为 25.6%、18.4%、16.2%、15.3%和 11.2%。受益于国内物联网和新能源车行业的增长领先于全球，中国 MCU 市场规模在 2008 年到 2018 年间 CAGR 为 7.2%，领先全球。同时，HIS 预计 2022 年，中国 MCU 市场规模将达到 319 亿人民币，增速继续超过全球。预计 2020 年国产 MCU 厂商的销售额将达到 148 亿元人民币，占整个中国 MCU 市场的 55%。

图表27: 2019年全球MCU应用市场构成



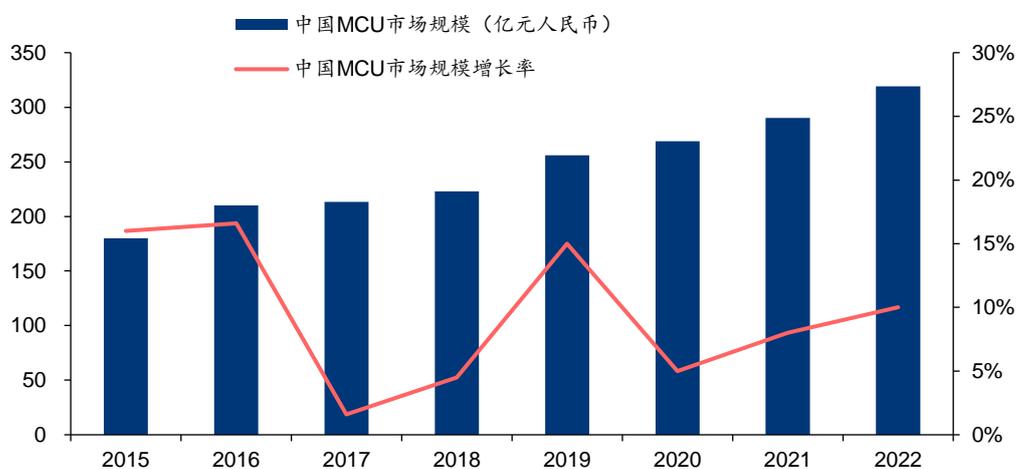
资料来源: IC Insights, 华泰证券研究所

图表28: 2019年中国MCU应用市场构成



资料来源: HIS, ASPENCORE, 华泰证券研究所

图表29: 2015-2022E 中国MCU市场规模和同比增长速度



资料来源: HIS, 华泰证券研究所

**ARM Cortex-M 处理器助力国内厂商卡位 MCU 市场的价值链上游。**目前, 国内 MCU 厂商在消费电子、智能卡和水电煤气仪表等中低端应用领域实现国产替代。随着物联网终端需求推进, 物联网时代任务的复杂化对计算能力的要求将使 MCU 往 16 或 32 位设计。32 位 MCU 是基于未来物联网的市场发展方向。既满足厂商上述要求又具有丰富生态系统资源的 ARM Cortex-M 系列处理器内核成为 32 位 MCU 内核市场主导。兆易创新、中颖电子等国内 MCU 厂商也纷纷借助基于 ARM Cortex-M 系列处理器的 32 位 MCU 积极布局国内中高端市场, 向产业价值链上游卡位。国产 32 位 MCU 已经开始进入国外传统厂商所垄断的高端 MCU 市场。

作为国产 IC 设计领军企业, 兆易主要提供基于 ARM Cortex-M 系列 32 位通用 MCU 产品, 其 GD32 是 ARM® Cortex-M3 及 Cortex-M4 内核通用 MCU 产品系列, 也是目前中国 32 位通用 MCU 主流产品, 广泛应用于工业自动化、人机互动、电机控制、安防家弄、智能家居家电及物联网等领域。根据公司 2020 年中报, 兆易 MCU 产品包括 330 余个产品型号、23 个产品系列和 11 种不同封装类型, 累计出货已超过 4 亿颗。2020 年 7 月, 兆易创新发布基于全新 Arm Cortex-M33 内核的 GD32E5 系列高性能微控制器, 确定以无线连接、电池供电设备以及便携式、可穿戴设备、汽车级 MCU 几大方向的产品路线。

**图表30: 部分中国本土 32 位 MCU 供应商和代表产品**

代表公司	代表产品	CPU 内核	应用
兆易创新	GD32 系列	Cortex-M3	工业控制、电机驱动、报警系统等
	GD32F4 系列	Cortex-M4	工业控制、嵌入式模块、汽车导航、无人机、物联网
	GD32E50x	Cortex-M33	高精度工业控制领域扩展, 解决数字电源、电机变频、测量仪器、混合信号处理等
中颖电子	SH32F205	Cortex-M3	电机 MCU
	SH32F9803	Cortex-M3	家电
汇顶科技	GMF03x	Cortex-M0	电动自行车控制器; 空气质量检测设备; 智能交通、智慧城市、智能家居; 带触摸按键的消费类行业
东软载波	ES32 M0	Cortex-M0	家电、智能家居、仪器仪表、液晶面板控制器、工业控制
	ES32 M3	Cortex-M3	仪器仪表、工业控制、安防监控、智能变频、打印机、扫地机、汽车

资料来源: 各公司官网, 华泰证券研究所

### ARM 收购案重塑全球产业格局, 自主替代或将加速

美国太平洋时间 2020 年 9 月 13 日, 美国图形处理器和人工智能芯片巨头英伟达 (NVIDIA US, 无评级) 在官网宣布计划以总价为 400 亿美元的英伟达股票和现金从日本的软银和软银愿景基金收购全球最大处理器 IP (Intellectual Property) 供应商 ARM Limited。英伟达表示本次收购计划旨在结合英伟达大的人工智能技术和 ARM 庞大的计算生态系统, 推动英伟达成为从云端、智能手机、PC、自动驾驶汽车和机器人深入到边缘物联网的全球领先的 AI 公司。英伟达同时承诺延续 ARM 的开放式授权模式, 保持其客户中立性, 并利用 NVIDIA 技术扩展 ARM 的 IP 授权组合。无论如何整合, 作为世界最大的处理器 IP 供应商 ARM 收购案将重塑全球芯片产业格局。

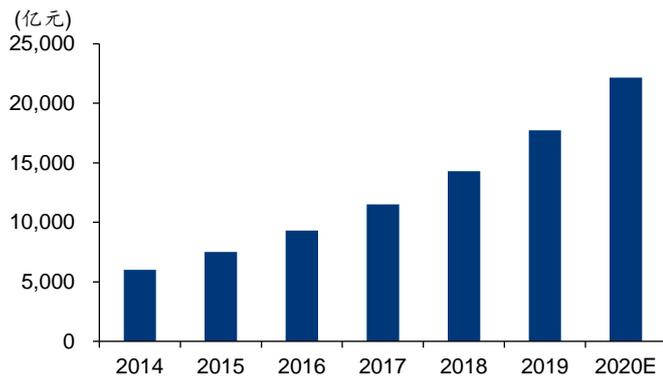
### 中国智慧物联市场前景广阔, ARM 授权仍是双赢选择

“十三五”期间中国物联网市场稳步增长, 未来市场前景乐观。中商产业研究院发布的《2020-2025 年中国物联网产业市场前景及投资机会研究报告》预计, 2020 年中国物联网市场规模将突破 2 万亿, 达到 22165 亿元, “十三五”期间年均复合增长率达 24%。另根据工信部数据显示, 截至 2018 年 6 月底, 全国物联网终端用户已达 4.65 亿户。预计智能消费设备的普及以及人工智能技术的应用在未来仍将支撑中国物联网规模的稳步增长趋势。

同时, 中国人工智能产业规模快速增长。根据艾媒咨询发布的《2020 上半年中国人工智能产业专题研究报告》显示, 预计 2020 年国内人工智能核心产业规模将超过 1500 亿元, 同比增长率将达到 26.2%。截至 2020 年 6 月, 全国已有 24 个省市发布了人工智能产业发展规划, 其中有 18 个制定了具体的产业规模发展目标, 这 18 个省市 2020 年的人工智能核心产业规模目标达到近 4000 亿, 远远超过国家制定的 1500 亿。

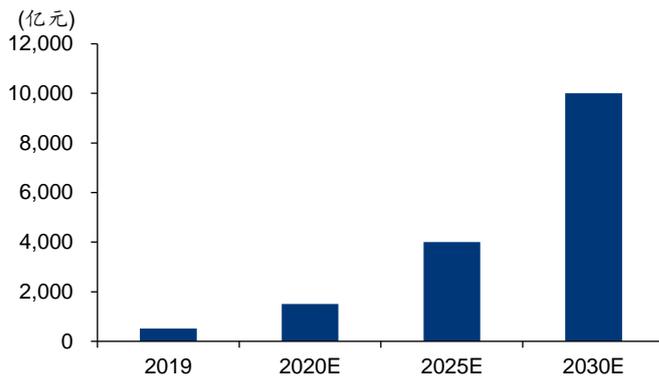
我们认为中国作为全球最大的电子和半导体市场, 是目前 ARM 生态中的国内芯片厂商短期不会受到收购案的冲击的最有利因素。首先, 英伟达为了实现继续保持 ARM 在处理器 IP 授权的主导地位, 兑现 ARM 中立性的承诺是成功的关键。其次, 无论是从商业直接收益角度, 还是维持并扩展 ARM 产业生态, 英伟达和 ARM 都不会错过中国广阔的智慧物联、人工智能市场。另外, 由于中国在全球市场的地位, 中国反垄断监管部门的审批或将 ARM 收购案成功与否的决定因素之一。我们认为中美贸易摩擦和收购案导致半导体产业集中度大幅提升两大重要因素或致使收购案在通过中国反垄断审查的曲折程度超过 2018 年高通-恩智浦收购案。倪光南院士公开预测中国商务部会否决本收购案。

图表31: 中国物联网市场规模统计及预测



资料来源: 中商产业研究院, 华泰证券研究所

图表32: 2019-2030 中国人工智能核心产业规模及规划



资料来源: 国务院, 艾媒数据中心, 华泰证券研究所

### ARM 收购案或带来技术供应不稳定性, 国产处理器或将加速自主可控处理器发展

我们认为 ARM 指令集架构和处理器内核架构在移动和智能物联领域的技术优势和市场垄断地位有可能为美国的管制技术。目前, 美国已经在 X86 架构、EDA 工具、晶圆代工的设备、材料等多个芯片产业关键环节扼住整个全球产业链。其中, 作为垄断个人计算机和服务器的 X86 架构完全掌握在英特尔手中, 只授权给 AMD 和台湾威盛两家。英特尔和 AMD 过去数十年在 X86 架构上的耕耘, 已经建立起了坚固的专利墙。而 ARM 架构和处理器 IP 授权智能终端、工业、车载、家居物联网等领域芯片处理器内核的地位能够进一步提升美国对整个芯片产业的控制力。

因此, ARM 收购案带来的不稳定性或刺激中国处理器自主化加速。结合过去几年美国针对中国顶尖科技企业进行“实体清单”管制的案例分析, ARM 的技术管制和许可证制度是有可能被实施到各细分领域具备挑战美国科技实力的顶尖中国公司。从历史来看, 即使中国广阔的智慧物联市场是美国企业继续合作的最强动力, 但美国企业从来都是坚决配合执行美国政府的出口管制。过去由于 X86 的计算机和服务器垄断地位, 国内自主 CPU 突破方向是以计算机和服务器处理器芯片为主。我们认为, ARM 的收购案或将推动国产 CPU 研发向智能终端、工业互联、车规车载、家居物联网等 AIoT 领域芯片处理器全方面扩展。

图表33: 中国主要自主研发 CPU 简况

企业	指令集架构	指令集架构来源	应用
龙芯	兼容 MIPS 自研指令集	购买专利	嵌入式、桌面电脑
兆芯	X86	威盛指令集授权	桌面电脑、服务器
申威	Alpha	购买专利	超级计算机
海光	X86	AMD Zen 处理器 IP 授权	服务器
飞腾	ARM	ARM IP 优化	服务器
海思鲲鹏	ARM	ARM 指令集授权	服务器

资料来源: 各公司网站, 华泰证券研究所

## RISC-V 引产业关注，开源模式赋予国内处理器换道超车机会

### RISC-V 是新兴精简指令集，开源模式吸引关注

2011年，新兴的开源架构 RISC-V 出现引起全球处理器产学研关注。RISC-V 是一种简单、开放、免费的全新精简指令集架构，其最大的特点是“开放”。它的开放性允许它可以自由地被用于任何目的、允许任何人设计、制造和销售基于 RISC-V 的芯片或软件，这种开放性在处理器领域是彻底的第一次。RISC-V 起源于 2010 年加州大学伯克利分校的 David Patterson 教授与 Krste Asanovic 教授研究团队准备启动一个新项目。项目需要选择一种处理器指令集。由于当时已有的指令集 ARM、MIPS、SPARC、X86 存在设计越来越复杂和知识产权问题，因此他们开始重新设计一套指令集。

伯克利大学团队在指令集发布同时决定将 RISC-V 指令集彻底开放，使用 BSD License 开源协议设计了开源处理器核 Rocket Core。伯克利研究团队认为，指令集作为软硬件接口的一种说明和描述规范，不应该像 ARM、PowerPC、X86 等指令集那样需要付费授权才能使用，而应该开放和免费。他们选择的 BSD 开源协议给予使用者很大自由，允许使用者修改和重新发布开源代码，也允许基于开源代码开发商业软件发布和销售。因此 BSD 开源协议对商业集成很友好，很多的企业在选用开源产品时都会首选 BSD 开源协议。

RISC-V 基金会于 2015 年由硅谷相关公司发起并成立，RISC-V 商业化进入快车道。基金会作为非盈利性组织，负责 RISC-V 指令集架构及其软硬件生态的标准化、保护和推广。RISC-V 成立时基金会董事会来自 Bluespec、谷歌、Microsemi、英伟达、恩智浦半导体、加州大学伯克利分校和西部数据的七名代表组成。据 RISC-V 基金会统计，目前已有来自 25 个国家的 210 多个机构、学术和个人加入。中国企业和研究机构积极参与基金会，阿里巴巴、华为、中兴通讯和赛昉科技目前是基金会顶级成员。

图表34：RISC-V 大事件汇总

时间	重点时间
2010年	加州大学伯克利分校的 David Patterson 教授与 Krste Asanovic 教授研究团队设计全新 ISA。
2011年5月	第一版 RISC-V 发布，并宣布彻底开源 ISA。
2015年7月	RISC-V 创始人 Krste Asanovic 创立基于 RISC-V 商业化处理器 IP 供应商 SiFive，截至 2020 年 8 月，SiFive 完成 E 轮融资。
2015年8月	RISC-V 基金会成立，基金会非盈利性组织，负责 RISC-V 指令集架构及其软硬件生态的标准化、保护和推广。目前基金会有超过 210 名成员，包括机构、学术和个人会员。
2018年7月	上海市经信委发布《上海市经济信息化委关于开展 2018 年度第二批上海市软件和集成电路产业发展专项资金（集成电路和电子信息制造领域）项目申报工作的通知》，将从事 RISC-V 相关设计和开发的公司作为扶持对象。这也是国内第一个和 RISC-V 相关的扶持政策。
2018年8月	SiFive 中国（上海赛昉科技）成立，在中国独立运营。2020 年正式改名为 StarFive。
2018年9月	中国 RISC-V 产业联盟宣布成立，截至 2020 年 5 月，拥有 123 家会员单位。
2018年11月	中国开放指令生态（RISC-V）联盟宣布成立，由倪光南院士担任联盟理事长。
2018年11月	RISC-V 基金会中国顾问委员会宣布成立。
2019年7月	阿里巴巴平头哥发布高性能玄铁 910 RISC-V 处理器。
2019年8月	兆易创新发布全球首个基于 RISC-V 内核 32 位通用 MCU。兆易创新携手本土 RISC-V 处理器内核 IP 芯来科技面向物联网联合开发了该 MCU 处理器内核。
2020年3月	基金会总部从美国搬迁到瑞士。基金会宣称搬迁是基于持续保证对开源技术和软件的支持以及规避可能带来的政治风险等诸多因素的综合考量的决定。

资料来源：RISC-V 基金会，中国开放指令生态（RISC-V）联盟，各公司官网，中国华泰证券研究所

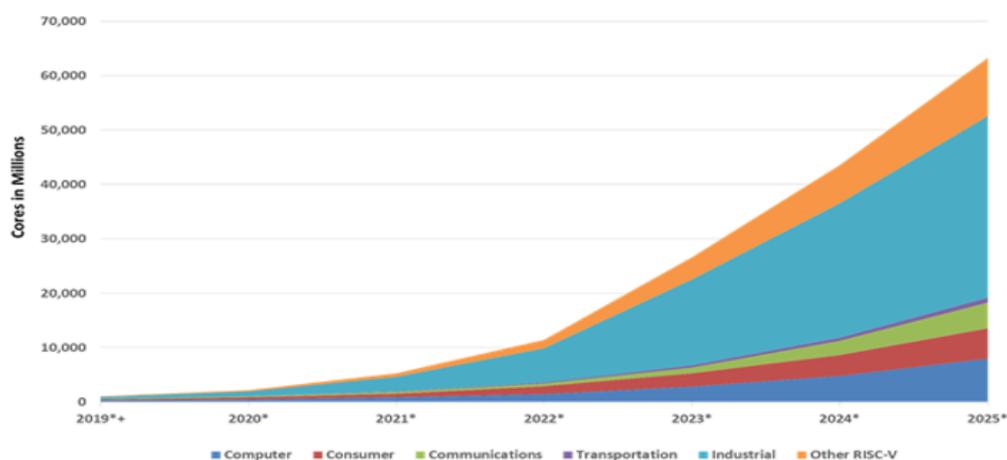
### RISC-V 架构迎 AIoT 新机遇

由于长期的发展，X86 和 ARM 形成了强大生态体系，RISC-V 在短期内难以在计算机领域和移动互联领域替代 X86 和 ARM。但在新兴的 AIoT 时代，RISC-V 将迎来机遇。包括 ARM 在内的 CPU 架构经过几十年的发展演变，已变得极为复杂和冗繁。即使是作为精简指令集的 ARM 架构文档也长达数千页。指令数目已经日趋复杂，并且版本众多，彼此之间既不兼容，也不支持模块化。另外现有主流指令集还存在着高昂的专利和架构授权问题。作为设计之初就定位为完全开源架构的 RISC-V，后发优势规避了计算机体系几十年发展的弯路。架构文档只有二百多页，基本指令数目仅 40 多条。模块化使得用户可根据需求自由定制，配置不同的指令子集。

**精简和灵活使新兴的 RISC-V 架构在智能物联网市场有机会实现突破。**智能物联网(AIoT)时代带来的低延时大容量万亿设备互联,场景丰富、万物互联、智能化将催生新的芯片市场需求。但是丰富的应用场景也导致 AIoT 市场呈现碎片化和多样化,对 CPU 的需求也极为多样。现有的处理器设计并不能有效应对。RISC-V 架构的极致精简和灵活的架构以及模块化的特性,可以针对不同应用灵活修改指令集和芯片架构设计。相比之下使用 ARM 往往只能做一个标准化设计,很难实现差异化。此外,很多智能设备对于成本较敏感,RISC-V 架构免费授权的特点对于芯片厂商也非常重要。

市场调研机构 Semico Research 研究结果显示,预计到 2025 年,采用 RISC-V 架构的芯片数量将增至 624 亿颗。在包括计算机,消费者,通讯,运输和工业市场在内的细分市场,2018 年至 2025 年复合增长率高达 146%。Semico Research 与 RISC-V 基金会共同确定了 34 个细分市场,并研究了每个市场的 CPU IP 内核的总可用市场和 RISC-V IP 内核的服务可用市场,最终对 2025 年数据进行了预测。研究认为四个具有使用 RISC-V 内核的高价值机会是高性能多核 SoC、高性价比多核 SoC、基础 SoC 和 FPGA。

**图表35: RISC-V 内核需求数量构成预期**



资料来源: Semico Research, 华泰证券研究所

### CPU 自主可控道阻且长,发挥新型举国体制优势布局 RISC-V

我们认为开放和合作使 RISC-V 有潜力成为中国处理器自主可控的指令集架构选择。RISC-V 架构开源模式使该指令集架构避免如 X86 和 ARM 被极少数公司控制,从而在架构源头实现自主可控。广阔的使用前景和未来潜在市场规模,吸引了全球著名企业、研究机构 and 高等学府积极合作,多方投入合作有望促进 RISC-V 产业链成熟和生态的完善。生态繁荣的前景有利于国内参与企业持续盈利,提高继续投入积极性,进入良性发展循环。乐观的市场预期、成熟的产业链和完善的开发生态,是 RISC-V 成为主流指令集架构,甚至于成为 X86 和 ARM 外指令集架构第三极的必备条件。

**图表36: RISC-V 和其他架构授权模式比较**

对比项	X86/ARM 处理器架构授权	ARM 指令集授权	其他授权 (MIPS、Alpha 等)	RISC-V
合作方式	购买处理器芯片成品或处理器内核 IP 授权	基于购买的 ARM 指令集架构授权开发处理器内核	基于开源指令集架构和购买专利开发处理器内核	基于开源指令集开发处理器内核、购买内核 IP、购买芯片成品等
技术自主	否	否	是	是
技术可控	否	是	是	是
生态前景	繁荣	繁荣	不繁荣	繁荣(预期)

资料来源: 华泰证券研究所

全面布局指令集架构优化、处理器内核开发和终端芯片设计，是真正实现处理器自主可控的客观要求。RISC-V 强调完全开源的设计，并且让取用者可任意加上专属指令集，甚至可以自由选择将架构封闭还是维持开源。因此，虽然指令集架构是开源免费，但是基于指令集衍生的专利、内核微架构并不是开源和免费。目前，RISC-V 指令集和微架构均已发展出开放免费、可授权和封闭的三种知识产权模式。

目前，类似于 ARM 商业模式的 RISC-V 内核 IP 授权公司已经兴起。美国 SiFive 由 RISC-V 创始人 Krste Asanovic 创立，是世界最大的 RISC-V 商业处理器 IP 授权公司。目前 SiFive 已完成 E 轮融资，股东除了专业 VC 以外还有高通、西部数据、SK 海力士等半导体行业巨头。SiFive 产品已涵盖 MCU、边缘计算、人工智能、物联网、存储器、AR/VR、机器学习等领域。台湾的晶心科技是另一家著名 RISC-V 内核 IP 提供商。2020 年 10 月，瑞萨半导体（Renesas）宣布开始采用晶心旗下 AndesCore IP 32 位 RISC-V CPU 内核开发新的特定应用标准产品。

以中美贸易摩擦为鉴，安卓式的开源陷阱需要被避免：谷歌利用安卓开源免费的框架，吸引智能手机厂商使用安卓。再把 GMS（Google Mobile Service）闭源做成授权模式，成为自己盈利模式。在美国对华为进行“实体清单”制裁时，谷歌毫不犹豫停止 GMS 授权，使华为智能手机因无法下载、更新、使用 Gmail、Youtube、Google Map 等广泛普及的应用，在海外市场陷入被动。

图表37：基于 RISC-V 已形成三种知识产权模式

指令集	开放免费的设计	需要授权的设计	封闭的设计
RISC-V	伯克利的 Rocket Chip/剑桥 lowRISC/芯来科技蜂鸟 E203	平头哥/SiFive/晶心的 RISC-V 处理器内核	Google 和 Nvidia 自研 RISC-V 处理器
ARM	-	ARM 公版处理器，如 Cortex-A78 等	基于 ARM 的苹果 A 处理器
X86	-	-	英特尔和 AMD 处理器

资料来源：中国科学院计算技术研究所，华泰证券研究所

从处理器发展史来看，一款指令架构的成功，不仅仅在于芯片设计成功，更需要完善的软硬件生态系统。英特尔推动的 x86 架构市场庞大，从传统 PC 到数据中心规模的服务器都在使用基于 x86 架构的处理器，同时相关软件带动的应用服务也有长达 40 年的优化发展历史。ARM 的 IP 授权模式已经趋于完善，ARM 架构已催生庞大的移动和智能设备市场应用规模，加上有 EDA 公司、晶圆代工厂、软件公司在 ARM 生态上的鼎力支持，尽管授权费用高昂，各大芯片厂商依旧愿意进行合作。目前，RISC-V 生态刚开始起步，操作系统、编译器、开发工具、EDA 工具等配套逐渐起步完善。推动生态系统的深度发展，有利于吸引更多企业使用 RISC-V 架构，将 RISC-V 打造成主流架构。

**AIoT 市场碎片化以及 RISC-V 架构本身开源灵活的特点，更需要国内外通过开放合作推进 RISC-V 架构向标准化方向发展。**维护 RISC-V 开放合作，更有利于 RISC-V 良性发展，积极参与全球合作，中国企业可以提高自身技术能力，提高中国在处理器领域话语权；积极推进国内生态企业合作，有效整合资源，形成完善的产业链，将自主可控处理器和庞大丰富智能物联网应用有效对接，形成双击。

## AIoT 爆发在即，国内多方面推进 RISC-V 发展 政策陆续出台，推动产业发展

上海在国内第一个出台与 RISC-V 相关的扶持政策。2018 年 7 月，上海市经信委发布《上海市经济信息化委关于开展 2018 年度第二批上海市软件和集成电路产业发展专项资金（集成电路和电子信息制造领域）项目申报工作的通知》，将从事 RISC-V 相关设计和开发的公司作为扶持对象。2018 年 10 月，乐鑫 ESP32-Marlin 物联网芯片项目入选拟支持项目。2020 年 2 月，广东省人民政府办公厅印发的《加快半导体及集成电路产业发展若干意见的通知》中，明确将 RISC-V（基于精简指令集原则的开源指令集架构）芯片设计列入芯片设计重点发展方向。

### 产学研齐登场，积极投身国内外合作

除了参与 RISC-V 基金会以外，中国的企业和科研院所在国内还以各类技术共享平台、论坛、产业联盟等形式的参与合作。2018年10月17日，由国内外 RISC-V 领域重点企业、研究机构、和行业协会发起成立中国 RISC-V 产业联盟。联盟秉承开放、合作、平等、互利的原则，致力于解决中国 RISC-V 领域共同面对的关键问题，建立中国国产自主、可控、安全的 RISC-V 异构计算平台，促进形成贯穿 IP 核、芯片、软件、系统、应用等环节的 RISC-V 产业生态链。

2018年11月8日，中国开放指令生态（RISC-V）联盟在乌镇举行的第五届世界互联网大会上宣布成立，联盟理事长由倪光南院士担任。CRVA 联盟旨在召集从事 RISC-V 指令集、架构、芯片、软件和整机应用等产业链各环节企事业单位及相关社会团体，自愿组成一个全国性、综合性、联合性和非营利性的社团组织。此联盟将围绕 RISC-V 指令集，整合各方资源，通过产、学、研、用深度融合，力图推进 RISC-V 生态在国内的快速发展。同日，同样在世界物联网大会上，RISC-V 基金会在宣布成立中国顾问委员会将就 RISC-V 基金会的教育和应用推广战略提供指导。

2019年，新的非营利性全球组织 OpenHW Group 成立，旨在通过提供合作平台，创建生态系统发展的焦点，以及促进开源处理器的采用，以及为处理器内核提供开源基于 RISC-V 架构的 Core-V IP。包括阿里巴巴、华为、恩智浦、英伟达、Silicon Labs 和苏黎世联邦理工大学、美国犹他大学在内的国内外顶尖企业和院校成为 OpenHW Group 的加盟成员。

图表38： OpenHW Group 加盟成员



资料来源：OpenHW Group，华泰证券研究所

### 科研机构发力，展开多领域研究

依托国内大学和研究机构，基于 RISC-V 架构研究在多领域内展开。在 2015 年之前，大多数微结构和芯片相关的研究受限于指令集的授权问题而难以开展。随着 RISC-V 开源开放理念的流行，越来越多的科研项目受益于 RISC-V 而得以开展。

根据中国开放指令生态（RISC-V）联盟不完全统计，截至 2019 年 2 月，围绕 RISC-V 开展科学研究或领域生态调研的科研机构包括但不限于：北京大学、南京大学、南开大学、宁波中国科学院信息技术应用研究院、鹏城实验室、清华大学、上海交通大学、上海科技大学、天津大学、浙江大学、中国电子信息产业发展研究院、中国科学技术大学、中国科学院计算技术研究所、中国科学院上海微系统所、中国科学院微电子所和中国科学院信息工程研究所等。预计未来国内基于 RISC-V 的研究将越来越繁荣。

**图表39： 部分国内科研机构基于 RISC-V 研究项目**

研究领域	科研机构	研究项目
RISC-V 系统架构创新	中国科学院计算技术研究所	基于 RISC-V 来对软件定义体系结构进行探索/基于 RISC-V 处理器的缓存预取研究
RISC-V 加速器和领域专用处理器	中国科学院计算技术研究所	基于 RISC-V 核心的轻量级神经网络处理器的研究
RISC-V 安全领域	上海交通大学	基于 RISC-V 指令集的基带处理器扩展研究
	清华大学计算机软件研究所	基于 RISC-V 的操作系统安全研究
	中国科学院信息工程研究所	基于 RISC-V 的微结构安全研究

资料来源：中国开放指令生态（RISC-V）联盟，华泰证券研究所

**企业积极投身产业化，自主产品不乏亮点**

根据中国开放指令生态（RISC-V）联盟统计，截至 2018 年年底，可查询到的与 RISC-V 芯片、硬件、软件、投资、知识产权及生态相关的中国公司（含外资公司中国分公司）数量已接近一百家。

近年来，国产 RISC-V 商业化产品不断落地，其中不乏亮点。阿里巴巴旗下平头哥半导体推出的玄铁 910 AI 向量加速引擎的 64 位 16 核处理器在性能方面优于 ARM Cortex-A73；玄铁 902/903 已被应用于 IoT 和工业控制的 MCU。2018 年 9 月，华米科技（HMI.US）正式发布了“黄山 1 号”，成为全球可穿戴领域的第一颗 AI 芯片。作为后续产品，黄山 2 号 RISC-V 智能可穿戴芯片，将于 2020Q4 量产。华米宣称黄山 2 号相比于在可穿戴设备中常见的 ARM Cortex-M4 架构处理器，整体运算效率提升了 38%。

**图表40： 阿里巴巴平头哥玄铁 910 算力全球第一**

资料来源：平头哥，华泰证券研究所

**图表41： 兆易创新全球首款 RISC-V 内核 32 位 MCU**

资料来源：兆易创新，华泰证券研究所

国内出现本土基于 RISC-V 处理器 IP 核供应商与本土设计企业联手先例。2019 年 8 月 22 日，兆易创新发布了全球首款基于 RISC-V 内核的 GD32VF103 系列 MCU。该款 MCU 采用 Bumblebee 处理器内核是兆易创新携手 RISC-V 处理器内核 IP 和解决方案厂商芯来科技（未上市）面向物联网联合开发的一款商用 RISC-V 处理器内核。本次合作实现了本土处理器 IP 供应商和本土芯片设计公司意义非凡的联手。

**图表42： 中国本土部分设计企业及其基于 RISC-V 架构的芯片产品**

代表公司	代表产品	应用
平头哥	玄铁 910	智慧视觉、智慧交通、自动驾驶、公共安全等
	玄铁 902	工业控制
华米科技	黄山 1/2 号	低功耗可穿戴设备
兆易创新	GD32V 系列	工业控制，电机控制，电源监控和警报系统，消费和手持设备，POS 机，车载 GPS，LED 显示屏
汇顶科技	GM6x5x 系列	指纹算法控制器
芯来科技	900/600/300 系列	RISC-V 处理器 IP 核

资料来源：各公司官网、华泰证券研究所

## 国内 MCU 和 RISC-V 产业链重点公司情况

### 平头哥半导体（未上市）：

芯片新型架构开发数据中心和嵌入式 IoT 芯片产品。其中，玄铁 CPU C910 搭载 AI 向量加速引擎的高性能 64 位 RISC-V 架构多核处理器；无剑 SoC 平台采用软硬融合、端云一体的设计理念，全栈集成芯片、操作系统和算法等技术，赋能客户开发出可规模化量产的芯片产品；含光 NPU 高性能 AI 推理芯片用于数据中心、边缘服务器和大型端上。

### 兆易创新（603986 CH）：

兆易创新为国内领先的半导体芯片设计公司之一。根据公司 2020 年中报披露，MCU 产品累计出货数量已超过 4 亿颗，客户数量超过 2 万家。报告期内，公司成功量产发布两个系列新产品，拓展 MCU 在物联网和智能化产业的广泛应用，满足工业应用级别的高精度、高可靠性需求：基于 Arm® Cortex®-M23 内核 MCU 的最新产品，GD32E232 系列超值型微控制器和基于 Arm® Cortex®-M33 高精度实时工业控制 E507/E503 系列 MCU。此外，公司继续推进通用 RISC-V MCU GD32V 产品系列开发，为客户提供完整的软件包、开发套件、解决方案等支持，在报告期内 GD32V 也已与主流 IDE 工具厂商 IAR、Segger 达成合作，丰富了 GD32V 产品生态。

### 中颖电子（300327 CH）：

中颖电子是无晶圆厂的纯芯片设计 Fabless 模式公司，主要从事自主品牌的集成电路芯片研发设计及销售，并提供相应的系统解决方案和售后的技术支持服务，主要产品为工业控制级别的微控制器 MCU 芯片和 OLED 显示驱动芯片。微控制器系统主控单芯片主要用于家电主控、锂电池管理、电机控制、智能电表及物联网领域。

### 芯来科技（未上市）：

芯来科技是中国大陆首家专业 RISC-V 处理器内核 IP 和解决方案公司。自研推出的 RISC-V 处理器 IP 已授权多家知名芯片公司进行量产，实测结果达到业界一流指标。芯来科技是本土 RISC-V 生态引领者，携手合作伙伴发布了全球首颗基于 RISC-V 内核的量产通用 MCU 产品，目前已经全面推向市场。芯来科技目前是 RISC-V 基金会银级会员，中国 RISC-V 产业联盟（CRVIC）发起单位和副理事长单位，以及中国开放指令集生态（RISC-V）联盟（CRVA）会员单位。

### 汇顶科技（603160 CH）：

汇顶科技是一家基于芯片设计和软件开发的整体应用解决方案提供商，目前主要面向智能移动终端市场提供领先的人机交互和生物识别解决方案，并已成为安卓阵营全球指纹识别方案第一供应商。汇顶科技目前 MCU 产品包括基于 ARM Cortex-M0 内核的 GMF03x 系列 MCU 和基于 RISC-V 架构的高性能、低功耗 GM6x5x 系列指纹算法 MCU。

**图表43： 报告中提及公司信息概览**

		上市公司		未上市
公司简称	股票代码	公司简称	股票代码	公司简称
中兴通讯	000063 CH	Cadence	CDNS US	华为
兆易创新	603986 CH	Synopsys	SNPS US	SiFive
晶晨股份	688099 CH	CEVA	CEVA US	ARM
芯原股份	688521 CH	IBM	IBM US	海光
汇顶科技	603160 CH	Rambus	RMBS US	Imagination
全志科技	300458 CH	谷歌	GOOGL US	紫光展锐
国科微	300673 CH	西部数据	WDC US	赛昉科技
富瀚微	300613 CH	华米科技	HMI US	芯来科技
中颖电子	300327 CH	微芯科技	MCCHP US	晶心科技
东软载波	300183 CH	意法半导体	STM US	龙芯中科
阿里巴巴	9988 HK	英伟达	NVDA US	上海兆芯
SK 海力士	000660 KS	恩智浦	NXPI US	申威
三星电子	028260 KS	高通	QCOM US	海光
英飞凌	IFX GY	苹果	APPL US	飞腾
瑞萨电子	6723 JP	eMemory	3529 TT	SST
英特尔	INTC US	威盛	2388 TT	Achronix

资料来源：Bloomberg，华泰证券研究所

## 风险提示

### 1) 中美贸易摩擦进一步加剧的风险：

由于国内半导体产业链的设计使用的 EDA 软件、IP 授权、制造和封测设备、原材料等领域技术竞争力相较美国、日本仍然较弱，中美贸易摩擦的加剧或是美国对我国技术上的封锁都有可能造成国内技术迭代的进度低于预期。

### 2) 国产技术发展不及预期的风险：

技术突破是本土企业实现进口替代的核心要素，若国内企业技术突破不及预期，或将导致企业业绩增长不及预期；集成电路产业发展需要较大的资金投入，若半导体企业经营、融资情况不及预期，企业或行业发展进程存在不确定性风险。

## 免责声明

### 分析师声明

本人，胡剑、刘叶，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

### 一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告仅供本公司客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

本公司的销售人员、交易人员或其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突。投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

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、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使本公司及关联子公司违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本公司研究报告以中文撰写，英文报告为翻译版本，如出现中英文版本内容差异或不一致，请以中文报告为主。英文翻译报告可能存在一定时间延迟。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

### 中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》第571章所定义之机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

### 香港-重要监管披露

- 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
  - 在过去12个月内，华泰金融控股（香港）有限公司及/或其联营公司已经或者正在为以下公司及/或其联营公司提供投资银行服务，已经或正在收取其报酬，或有投行客户关系：国科微（300672.CH）
- 更多信息请参见下方“美国-重要监管披露”。

## 美国

本报告由华泰证券股份有限公司编制，在美国由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司对其非美国联营公司编写的每一份研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

## 美国-重要监管披露

- 分析师胡剑、刘叶本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。声明中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 国科微（300672.CH）：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前的 12 个月内担任了标的证券公开发行或 144A 条款发行的经办人或联席经办人。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

## 评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数），具体如下：

### 行业评级

- 增持：**预计行业股票指数超越基准
- 中性：**预计行业股票指数基本与基准持平
- 减持：**预计行业股票指数明显弱于基准

### 公司评级

- 买入：**预计股价超越基准 15% 以上
- 增持：**预计股价超越基准 5%~15%
- 持有：**预计股价相对基准波动在-15%~5%之间
- 卖出：**预计股价弱于基准 15% 以上
- 暂停评级：**已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策
- 无评级：**股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

**法律实体披露**

**中国:** 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

**香港:** 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

**美国:** 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

**华泰证券股份有限公司****南京**

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

**深圳**

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

**华泰金融控股(香港)有限公司**

香港中环皇后大道中99号中环中心58楼5808-12室

电话: +852 3658 6000/传真: +852 2169 0770

电子邮件: research@htsc.com

http://www.htsc.com.hk

**华泰证券(美国)有限公司**

美国纽约哈德逊城市广场10号41楼(纽约10001)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

http://www.htsc-us.com

©版权所有2020年华泰证券股份有限公司

**北京**

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/

邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

**上海**

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com