



工业和信息化部软件与集成电路促进中心

Ministry of Industry and Information Technology Software and Integrated Circuit Promotion Center

我国CPU发展战略的思考

芯闻参考

——CPU 专题

2011 年第 1 期 总第 4 期

孙加兴

2011-5-14

嵌入式系统联谊会

<http://www.esbf.org.cn>

提纲

2

- 一、我国发展CPU的国际形势
- 二、我国CPU发展现状
- 三、国际主流CPU厂商发展战略及对我国的影响
- 四、我国发展CPU的技术路线与战略取向

1. 竞争形势

3

全球通用CPU市场:呈现两家竞争、一家独大的局面。

x86架构通用CPU-----代表产品是Intel、AMD

服务器领域

- Intel占据了超过60%的市场份额（X86架构）
- Power是另一种架构的通用处理器，目前在网络、服务器和工业控制领域尚有一席之地。

PC领域

- Intel和AMD两家占领了99%的市场份额，其中Intel一家的市场占有率在80%左右

Intel凭借Wintel联盟和多年营造的生态系统独霸市场，近十年来鲜有企业挑战Intel霸主地位成功。

竞争形势

嵌入式CPU市场:呈现百家争鸣, 日趋集中的局面

当前国际主流嵌入式CPU以ARM、MIPS为典型代表。

ARM

- 2009年基于ARM核的芯片出货量达到40亿颗, 这些芯片占全球手机基带芯片95%, 数码摄像机的70%。

MIPS

- MIPS在1999年进入高性能嵌入式CPU市场领域, 2009年基于MIPS架构的芯片出货约为5亿颗, 主要应用领域为数字电视领域, 市场占有率约为80%。

竞争形势

类别	2000年 份额	2010年 份额	份额 变化
计算机	57%	40%	↓ 17%
消费电子	12%	22%	↑ 10%
通信	17%	23%	↑ 6%
工业应用	8%	8%	
汽车电子	5%	6%	↑ 1%
军工	1%	1%	

★从2000年到2010年，全球的集成电路消费市场在计算机领域下降了17%，而在消费电子、通信&网络、汽车电子等嵌入式领域增长了17%。

★从统计数据及主要企业的发展战略看，全球集成电路的消费将慢慢从计算机消费为主进入嵌入式产品驱动的后PC时代。这是嵌入式CPU崛起的市场基础。

嵌入式CPU应用领域的终端产品大多采用开放式架构，即芯片和OS软件都有多家供应商在竞争，尚未出现类似PC市场上的Wintel绑定所形成的垄断局面。

从竞争形势看，嵌入式CPU市场给我国留有更多的发展空间!

幻灯片 5

x1 从细分应用市场来看，过去十年，计算机消费的集成电路下降趋势明显，9年间下降了15%。随着消费电子、通信和汽车电子工业的崛起，成为集成电路消费市场的三个增长极；工业应用和军工市场则长期稳定，市场份额没有变化。

xingyn, 2010-11-16

2. 合作形势

6

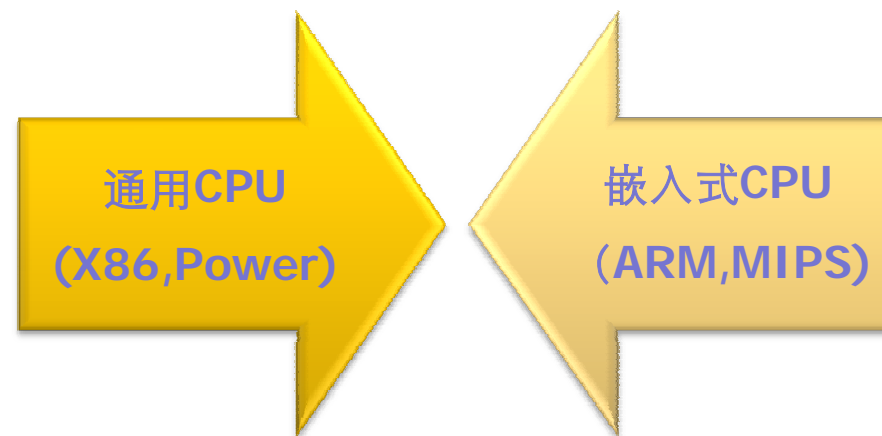
- 全球CPU企业主要有两种业务模式：一种是直接销售芯片；一种是内核授权或架构授权。前者以通用CPU企业Intel和AMD为代表，后者以嵌入式CPU供应商ARM和MIPS为代表。
- 嵌入式CPU厂商对芯片设计企业的授权方式又可以分为三种，即硬核、软核和架构授权（architecture license）。

	硬核授权	软核授权	架构授权
特征	基于特定代工线的工艺库生成的设计物理版图	可综合的电路设计	允许用户自行定义和设计CPU，但是指令集格式兼容
优点	在频率、功耗、面积等方面都作了充分的优化	工艺和foundry可以移植，灵活性较好	可自己掌控CPU规格定义，根据需求设计最合适的处理器。可自行定义产品规格、研发计划和产品路线图
缺点	灵活性和可移植性都较差只能使用指定的代工厂和工艺，参数不可改动	性能上不可预知，需要较强的后端设计能力	需要较高的CPU设计能力，授权费用高且不易获得

3. 发展形势

7

- 当前全球CPU的发展呈现融合互动、综合竞争、跨越创新的特点。广泛在通用市场使用的X86 CPU向嵌入式领域进军，而在嵌入式领域应用的ARM CPU则向桌面、服务器领域延伸；



CPU的竞争更多的体现在适配的OS等产业生态系统的竞争上

新架构、新理念、新形态CPU不断涌现

二、我国CPU发展现状

1. 国产CPU主要研制单位

9

(1) **高性能通用CPU**（“大CPU”主要应用于高性能计算及服务器等）

主要研发单位：中国科学院计算所、北大众志、国防科技大学、上海高性能集成电路设计中心

(2) **安全适用计算机用CPU**（“中CPU”主要应用于桌面及笔记本电脑等）

主要研发单位：中国科学院计算所、北大众志

(3) **嵌入式CPU**（“小CPU”主要应用于移动通信终端、消费类电子、数字电视、工业控制和汽车电子等领域）

主要研发单位：浙江大学、清华大学、苏州国芯、杭州中天、北京君正

2. 国产CPU技术源头与发展模式

10

(1) 完全自主（全新自主指令系统）CPU

优势

- 完全自主的CPU在指令集上不同外界兼容。
- 从国家发展的角度看，指令集完全自主可控是最安全的。

劣势

- 缺乏OS支持、开发工具链（编译器、调试器等）匮乏、
- 应用程序的开发和移植难度和工作量大。

完全自主（全新自主指令系统）CPU

11

- ①北大众志—Unicore

- UniCore是由北大众志自主开发的一套全新指令集，与其他主流指令集不兼容
- UniCore指令系统在指令密度、通用寄存器设置等方面都有特别的设计，还包含了DSP扩展指令，以满足更广泛的应用需求。
- 北大众志在拥有全新自主指令系统Unicore的同时还获得了X86指令架构授权，目前正在开发兼容X86架构的系统芯片。



完全自主（全新自主指令系统）CPU

12

- ②苏州国芯、杭州中天、浙江大学--C*Core
- C*Core是以Motorola赠送给中国政府的M*CORE为技术起点，由浙江大学、苏州国芯、杭州中天三家共同设计及产业化的具有完全自主知识产权的国产嵌入式CPU。
- 在2010年9月，出于争夺汽车电子、网络通信、物联网等热点市场的考虑，苏州国芯取得了IBM转移的PowerPC指令架构授权，并与国内芯片企业深入交流，针对战略新兴市场，开发完全兼容PowerPC架构的CPU IP。



完全自主（全新自主指令系统）CPU

13

- ③上海高性能集成电路设计中心--申威
- 上海高性能集成电路设计中心坚持独立自主研发国产处理器，形成了符合高端处理器研发规律的技术体系
- 独立完成处理器研发的所有环节：包括结构设计、前端逻辑设计、正确性验证、后端物理设计、工艺分析等。
- 其处理器的定位在高性能，低功耗，在满足性能要求的前提下追求低功耗。
- 主要应用于高性能计算CPU、高效能服务器CPU和高性能低功耗嵌入式CPU。

国产CPU技术源头与发展模式

14

- (2) “兼容国际主流、自主指令系统” CPU（简称“兼容CPU”）：

优势

- 拥有架构授权可以自己按需定义规格，并按自己日程进行开发、交付和使用
- 一次架构授权费涵盖全部的应用定义。
- 生态环境比较健全。

劣势

- 对处理器设计水平要求较高。
- 长期技术演进路线受架构的制约。

“兼容国际主流、自主指令系统” CPU

15

①中国科学院计算所--龙芯系列

- MIPS兼容，2009年6月获得MIPS32与MIPS64架构的授权。龙芯1号CPU及其IP面向嵌入式应用，龙芯2号CPU及其IP面向高端嵌入式和桌面应用，龙芯3号多核CPU面向服务器和高性能机应用。

● ②国防科技大学—FT

- SPARC兼容，SPARC架构是开放的，任何机构或个人均可研究或开发基于SPARC架构的产品。主要面向国家战略和重大军事应用中的高性能计算应用需求。

● ③北京君正—Xburst

- MIPS兼容，2011年1月获得MIPS32架构授权。主要面向消费电子、教育电子、移动互联网终端等移动便携设备和其他嵌入式应用。

国产CPU主要产品及应用现状

16

- (1) 北大众志Unicore
- 北大众志UniCore指令系统包括64位的UniCore64、32位的UniCore32和16位的UniCore16，还包括浮点指令系统UniCoreF64和扩展指令系统UniCore2D/3D。
- 北大众志UniCore系列CPU目前已实现十几万片销售，主要应用于农村教育信息化领域。预计2011年出货量将达几十万片。



低成本微型工作站

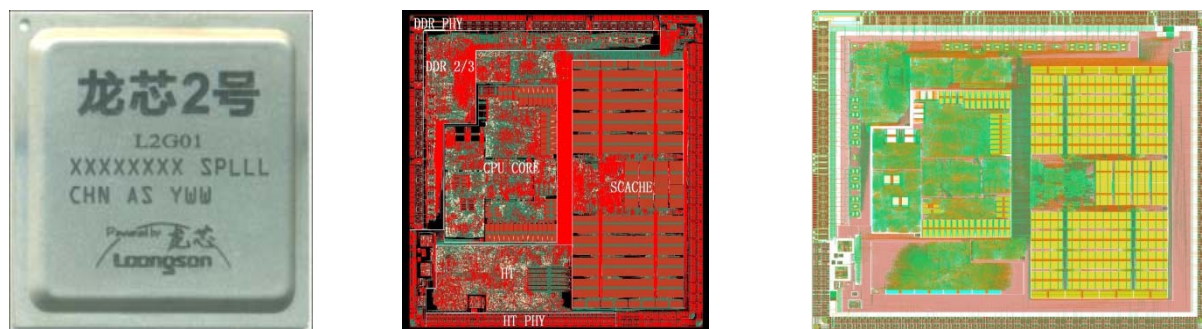
低成本笔记本电脑

面向3C/三网融合的新型消费类电子产品

国产CPU主要产品及应用现状

17

- (2) 中科院计算所龙芯
- 中科院计算所从2001年开始从事龙芯系列通用处理器的研制，先后完成32位的龙芯1号、64位的龙芯2C、2E/2F、2G、四核龙芯3A和八核龙芯3B等多款高性能通用CPU。
- 在软件方面，龙芯在国际开源社区设立了分支，获得了风河公司Vxworks操作系统的直接支持，并与国内Linux企业结盟，共同开发支持龙芯的操作系统和应用软件，在JAVA、Flash、Android等方面也有较好的解决方案。



龙芯2号芯片及内部结构

国产CPU主要产品及应用现状

18

- 2007年7月研制成功的龙芯2F芯片实现数十万片销售。
- 目前，基于龙芯3A已经研制出中科大KD-60万亿次高性能机、曙光刀片服务器等产品。
- 龙芯在安全应用、消费类电子、工业控制方面将是近两年的重点，在电脑类应用中，云服务器和云终端也有较大的市场机会。



采用龙芯2F芯片的逸珑笔记本电脑



基于龙芯的曙光刀片服务器

国产CPU主要产品及应用现状

19

- (3) 浙江大学、苏州国芯、杭州中天微C*core
- 到2005年完成了C300、CK500两个系列的CPU产品设计与研发，技术水平分别与ARM7和ARM9相当。
- 经过多年的产业化推广，基于C300和CK510的产品累计销售超过5000万颗，2009年在国内市场中约占5%-10%的市场份额，主要应用覆盖数字电视和多媒体音视频等消费类电子产品、信息安全和安防类产品、仪器仪表和办公设备等工业控制类产品，以及移动存储、医疗电子等多个嵌入式应用领域。



C*core应用领域

国产CPU主要产品及应用现状

20

- **(4) 北京君正XBurst**
- 北京君正的核心技术是具有自主知识产权的技术Xburst，基于自主创新的32位XBurst内核，北京君正推出了一系列具有高性能、低功耗的32位嵌入式CPU芯片及其对应的Android/Linux/WinCE软件平台。
- 北京君正芯片主要应用于便携消费电子、教育电子、移动互联网终端等移动便携设备和其他嵌入式设备。
- 自2007年以来，公司嵌入式CPU芯片年出货量分别突破88万颗、550万颗和1,000万颗，截止到2010年，公司嵌入式CPU芯片总出货量已超过2500万颗，实现了国产CPU芯片的产业化。



采用君正主控芯片的
“汉王” 电纸书

国产CPU发展面临的问题

21

- 首先，CPU整体性能上还有待提高。
- 在设计能力上不可否认国内的CPU企业和研发机构与国际领先水平还有不小的差距。目前国产CPU在芯片设计方面的主要困难在于后端生产、封装、测试等环节仍受制于外协（流片代工厂、封装、测试厂商等），导致生产进度与效率较低。国产CPU在主频方面与主流处理器仍有较大差距。

国外

- Intel和AMD主流处理器主频超过3GHz，IBM Power7处理器的频率超过4GHz。
- Intel、IBM等都采用自己的标准CPU工艺，便于物理优化。

我国

- 目前国产CPU的典型工作频率是1GHz。
- 国产CPU多在TSMC和SIMC生产，采用代工工艺。

国产CPU发展面临的问题

22

- 其次，生态系统建设难以取得突破。
- CPU的竞争绝不仅是CPU本身的竞争，而更多的体现在生态系统的竞争。

国外

- 国际主流处理器（如Intel、AMD、ARM）经过几十年的发展，已经建立了成熟的产业环境。
- 例如，以Wintel联盟举例，Intel提供处理器芯片，微软提供操作系统，HP、DELL等提供基于Intel CPU的产品，很多应用厂商基于“Wintel”平台开发应用。

我国

- 国产CPU起步较晚，研制历史只有10年左右，性能尚显不足，软件及整机企业对国产CPU还存在诸多质疑，真正走向市场的时间还不长，生态系统建设困难重重。

国产CPU发展面临的问题

23

- 最后，产业化进程举步维艰。
- 产业化方面的困难主要在于产业环境仍不够强壮

国外

- 国际主流CPU厂商已经造成了市场上的事实垄断，并设置了较高的技术与市场壁垒。

我国

- 国产CPU与产业链合作伙伴绑定不够紧密，导致某种程度上与国产CPU相关的产品研发与市场推广工作仍主要由CPU企事业单位自身为主。

三、国际主流CPU厂商发展战略 及对我国的影响

1、CPU企业商业模式与发展战略

25

IDM模式

- 从设计到销售的整个链条由自己控制，在技术上使设计和制造互相融合、不断优化，能发挥出先进制造工艺的最大潜力。
- 在商业上，由于Intel在桌面通用处理器市场已经形成垄断优势，IDM模式能够将利益最大化。
- 但需超强的资金、技术、市场推广实力，构建庞大生态系统。

Chipless模式

- 既不设计也不生产芯片，而是向半导体公司提供CPU、物理单元库等IP核，以及培训、设计服务等
- 大大降低了芯片设计企业的研发成本和风险，通过利用商用CPU的成熟生态系统快速进入市场，提高产品竞争力

2、国际范围内架构授权的现状

26

- 获得**ARM**架构授权的企业有**Qualcomm**、**Marvell**和**微软**等公司。Qualcomm通过正式的合约获得ARM的架构授权，Marvell从Intel手中购买了Xscale业务部及相应的ARM架构授权，这两家公司设计的芯片向整机和系统厂商销售。微软在2010年10月刚刚获得架构授权，目的是开发支持ARM处理器的Windows操作系统。
- 获得**MIPS**架构授权的国外企业有**Broadcom**、**Cavium**、**Netlogic**、**Renesas**、**PMC-Serria**等。
- 国内企事业单位中，龙芯获得32位和64位的架构授权，君正获得32位架构授权，这两家企业是在已经通过正向设计完成CPU的设计后，为避免产业化过程中的专利纠纷向MIPS购买架构授权，二者均具有独立设计CPU的能力。
- 获得MIPS软核授权的国内企业有**海尔**、**中兴**、**海思**、**国民技术**、**炬力**等。

2、国际范围内架构授权的现状

27

- 目前，获得Power架构授权的企业有Freescale、Tundra Semiconductor(被IDT收购)、Applied Micro Circuits Corporation(AMCC)、HCL Enterprise、Culturecom、P.A. Semi(被Apple收购)、Xilinx、Microsoft(Xbox360游戏机处理器)、Rapport、Sony(基于Power架构开发PlayStation3游戏机处理器)、Nintendo(任天堂，开发Wii游戏机处理器)、Honeywell、Toshiba和Cray(用于超级计算机)。
- 获得**Intel x86指令集架构授权的企业有AMD、VIA等**。在PC发展的早期，IBM为了确保稳定的供货来源，要求Intel将x86架构授权给AMD，以此避免受到Intel的钳制，AMD因此获得x86架构授权。VIA通过收购Cyrix和IDT的处理器部门获得开发x86处理器的权利，但Cyrix和IDT并没有购买Intel的x86指令集授权。最终通过专利互换的方式获得开发x86处理器的权利。2005年，北京大学通过AMD的技术转让获得了x86指令集架构授权。

3、我国CPU企业获得架构授权现状及可能性分析

28

- **MIPS**对国外企业的架构授权较多，对中国企业进行架构授权在商业上没有多少障碍。龙芯和君正已经正向设计出兼容MIPS指令集的CPU，符合架构授权对技术能力的要求。2009年6月，龙芯购买了MIPS32和MIPS64的架构授权。2011年1月，君正正式购买了MIPS的架构授权。
- 2010年9月，苏州国芯取得了IBM的**PowerPC**架构和指令技术授权，可以开发与PowerPC指令集兼容的处理器。IBM出于扩大Power阵营的目的，有可能通过战略合作、技术转让等形式，将PowerPC架构转让给更多的中国企业。
- 目前，还没有国内企业正式获得**ARM**架构授权。我国芯片设计企业在CPU和SoC设计上缺乏领先的独家技术和足够的市场影响力，处于不对等的不利地位，获得ARM架构授权的难度和代价会非常大。

4、对国产CPU发展的影响

29

- 购买商用CPU的架构授权是充分利用已有的生态系统，加快发展国产CPU，实现自主可控的有效途径之一。通过“引进，消化，吸收，再创新”，充分利用国外企业已有的技术积累，能够有效缩短与发达国家的技术差距，利用成熟CPU的生态系统加快产品的研发进度，降低风险和成本。
- 但购买商用CPU的架构授权的方式也不可避免地受到原CPU指令集架构的制约和限制，架构的主导权和发展方向也不在我国企业的掌控当中。如果不能对外进行Sub-License，架构授权的好处仅限于企业内部，对国产CPU的整体发展帮助不大。

四、我国发展CPU的技术路线与战略取向



谢 谢!