

ARM 芯片的应用和选型

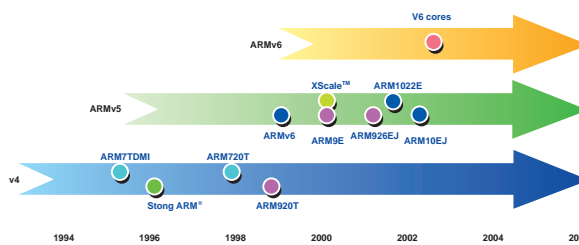
作者：
杨心怀 周洁
上海吉芯电子设计室

摘要：
本文首先简要介绍了 ARM 公司以及 ARM 芯片的现状和发展，然后从应用的角度详细地介绍了 ARM 芯片的选择方法，并介绍了具有多芯核结构的 ARM 芯片。

关键词：
ARM, MMU,
SOC, RISC CPU

1. 前言

ARM 公司自 1990 年正式成立以来，在 32 位 RISC (Reduced Instruction Set Computer) CPU 开发领域不断取得突破，其结构已经从 V3 发展到 V6。由于 ARM 公司自成立以来，一直以 IP (Intellectual Property) 提供者的身份向各大半导体制造商出售知识产权，而自己从不介入芯片的生产销售，加上其设计的芯核具有功耗低，成本低等显著优点，因此获得众多的半导体厂家和整机厂商的大力支持，在 32 位嵌入式应用领域获得了巨大的成功，目前已经占有 75% 以上的 32 位 RISC 嵌入式产品市场。在低功耗，低成本的嵌入式应用领域确立了市场领导地位。现在设计、生产 ARM 芯片的国际大公司已经超过 60 多家，国内的中兴集成电路、华虹、复旦微电子、大唐微电子、华为等公司也已经购买 ARM 公司的芯核用于自有专用芯片的设计。ARM 芯核发展如图 1 所示。



▲ 图 1 ARM 芯核发展方向

目前非常流行的 ARM 芯核有 ARM7TDMI, Xscale, ARM720T, ARM9TDMI, ARM922T, ARM940T, ARM946T, ARM926EJ 等，自 V5 以后，ARM 有些 CPU 还增加了一些 DSP 功能扩展，增强数据处理能力。此外，ARM 芯片还获得了许多实时操作系统 (Real

Time Operating System) 供应商的支持，比较知名的有：Windows CE、Linux、pSOS、VxWorks, Nucleus、Symbian, EPOC、uCOS、BeOS 等。

随着国内嵌入式应用领域的发展，ARM 芯片必然会获得广泛的重视和应用。但是，由于 ARM 芯片有多达几十种的芯核结构，众多的芯片设计和供应商，以及千变万化的内部功能配置组合，给开发人员在选择方案时带来一定的困难。所以，对 ARM 芯片做一对比研究，是十分必要的。

2. ARM 芯片的选择的一般原则

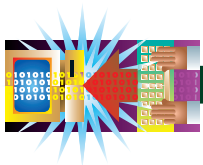
下面，从应用的角度，对在选择 ARM 芯片时所应考虑的主要因素做一详细的说明。

2.1 ARM 芯核

如果希望使用 WinCE 或 Linux 等操作系统以减少软件开发时间，就需要选择 ARM720T 以上带有 MMU (memory management unit) 功能的 ARM 芯片，ARM720T、StrongARM、ARM920T、ARM922T 都带有 MMU 功能。而 ARM7TDMI 没有 MMU，不支持 Windows CE 和大部分的 Linux，但目前有 uCLinux 等少数几种 Linux 不需要 MMU 的支持。

2.2 系统时钟控制器

系统时钟决定了 ARM 芯片的处理速度，ARM7 的处理速度为 0.9MIPS/MHz，常见的 ARM 7 芯片系统主时钟为 20MHz-133MHz，ARM9 的处理速度为 1.1MIPS/MHz，常见的 ARM9 的系统主时钟为 100MHz-233MHz，ARM10 最高



可以达到700MHz。不同芯片对时钟的处理不同，有的芯片只有一个主时钟频率，这样的芯片可能不能同时顾及 UART 和音频时钟的准确性，如 Cirrus Logic 的 EP7312 等；有的芯片内部时钟控制器可以分别为 CPU 核和 USB、UART、DSP、音频等功能部件提供不同频率的时钟，如 PHILIPS 公司的 SAA7750 等芯片。

2.3 内部存储器容量

在不需要大容量存储器时，可以考虑选用有内置存储器的 ARM 芯片。见表 1。值得一提的是 PNx0101 和 LPC21xx 的内部 Nor-Flash 可以认为是 32 位宽度零等待周期。

▼ 表 1 内置存储器的 ARM 芯片

芯片型号	供应商	FLASH 容量	ROM 容量	SRAM 容量
AT91F4016	ATMEL	2M Bytes		4K Bytes
AT91FR4081	ATMEL	1M Bytes		128K Bytes
SAA7750	Philips	384K Bytes	256K bytes	64K bytes
PNX0101	Philips	512K Bytes	32K bytes	64K bytes
PNX0102	Philips	512K Bytes	32K bytes	64K bytes
LPC2104	Philips	128K bytes		16K bytes
LPC2105	Philips	128K bytes		32K Bytes
LPC2106	Philips	128K bytes		64K Bytes
TCC722	Telechips	512K bytes		64K Bytes
TCC723	Telechips	512K bytes		64K Bytes
HMS30C7202	Hynix	192K Bytes		
ML67Q4001	OKI	256K Bytes		
LC67F500	Snayo	640K Bytes		32K bytes

芯片型号	ARM 内核	供应商	USB Slave	USB Host	IIS 接口
S3C2410	ARM920T	Samsung	1.1	1.1	1
S3C2440	ARM920T		1.1	1.1	1
S5N8946	ARM7TDMI		1.1	-	0
Mimagic1	ARM720T	Linkup	1.1	1.1	0
Mimagic3	ARM720T		1.1	1.1	0
Mimagic5	ARM922T		1.1	1.1	1
Mimagic6	ARM926EJ		1.1	1.1	1
TCC72x	ARM940T	Telechips	1.1	1.1	1
EP9312	ARM920T	Cirrus Logic	-	1.1	1
Dragonball MX1	ARM920T	Motorola	1.1	-	1
SAA7750	ARM720T	Philips	1.1	-	1
PNX0101	ARM7TDMI	Philips	1.1	-	1
PNX0102	ARM7TDMI	Philips	2.0 HS	-	
TMS320DSC2x	ARM7TDMI	TI	1.1	-	0
AAEC-2000	ARM920T	Agilent	1.1	-	0
ML67100	ARM7TDMI	OKI	1.1	-	0
ML7051LA	ARM7TDMI	OKI	1.1	-	0
SA-1100	StrongARM	Intel	1.1	-	0
LH79531	ARM7TDMI	Sharp	1.1	-	0
GMS320C7201	ARM720T	Hynix	1.1	-	1

▲ 表 2 内置 USB 控制器的 ARM 芯片

2.4 USB 接口

许多 ARM 芯片内置有 USB 控制器，有些芯片甚至同时有 USB Host 和 USB Slave 控制器。见表 2。

2.5 GPIO 数量

在某些芯片供应商提供的说明书中，往往申明的是最大可能的 GPIO 数量，但是有许多引脚是和地址线、数据线、串口线等引脚复用的。这样在系统设计时需要计算实际可以使用的 GPIO 数量。

2.6 中断控制器

ARM 内核只提供快速中断 (FIQ) 和

标准中断 (IRQ) 两个中断向量，但各个半导体厂家在设计芯片时加入了自己不同的中断控制器，以便支持诸如串行口、外部中断、时钟中断等硬件中断。外部中断控制是选择芯片必须考虑的重要因素，合理的外部中断设计可以很大程度的减少任务调度的工作量，例如 PHILIPS 公司的 SAA7750，所有 GPIO 都可以设置成 FIQ 或 IRQ，并且可以选择上升沿、下降沿、高电平、低电平四种中断方式，这使得红外线遥控接收、指轮盘和键盘等任务都可以作为背景程序运行。而 Cirrus Logic 公司的 EP7312 芯片，只有 4 个外部中断源，并且每个中断源都只能是低电平或者高电平中断，这样在用于接收红外线信号的场合时，就必须用查询方式，会浪费大量的 CPU 时间。

2.7 IIS (Integrate Interface of Sound) 接口

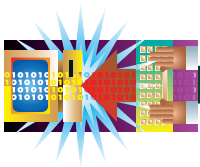
即集成音频接口。如果设计音频应用产品，IIS 总线接口是必需的。

2.8 nWAIT 信号

外部总线速度控制信号。不是每个 ARM 芯片都提供这个信号引脚，利用这个信号与廉价的 GAL 芯片就可以实现与符合 PCMCIA 标准的 WLAN 卡和 Bluetooth 卡的接口，而不需要外加高成本的 PCMCIA 专用控制芯片。另外，当需要扩展外部 DSP 协处理器时，此信号也是必需的。

2.9 RTC (Real Time Clock)

很多 ARM 芯片都提供实时时钟功能，但方式不同，如 Cirrus Logic 公司的 EP7312 的 RTC 只是一个 32 位计数器，需要通过软件计算出年月日时分秒，而 PNx0101 和 S3C2410 等芯片的 RTC 直接提供年月日时分秒格式。在应用设计时其实要注意 SoC 内部 RTC 是否使用了独立的电源供电，否则和外部单独的



RTC 芯片相比,使用内部的 RTC 功耗就会比较大。

2.10 LCD 控制器

有些 ARM 芯片内置 LCD 控制器,有的甚至内置 64K 颜色 TFT LCD 控制器。在设计 PDA 和手持式显示记录设备时,选用内置 LCD 控制器的 ARM 芯片如 S3C2410 较为适宜。

2.11 PWM 输出

有些 ARM 芯片有 2-8 路 PWM 输出,可以用于电机控制或语音输出等场合。

2.12 ADC 和 DAC

有些 ARM 芯片内置 2-8 通道 8-12 位通用 ADC,可以用于电池检测、触摸屏和温度监测等。PHILIPS 的 SAA7750 和 PNX0101 更是内置了一个 24 位立体声音频 ADC 和 DAC,并且带耳机驱动。

2.13 扩展总线

大部分 ARM 芯片具有外部 SDRAM 和 SRAM 扩展接口,不同的 ARM 芯片可以扩展的芯片数量即片选线数量不同,外部数据总线有 8 位、16 位或 32 位。某些特殊应用的 ARM 芯片如德国 Micronas 的 PUC3030A 没有外部扩展功能,Philips 公司的 LPC210x 系列芯片同样没有外部总线。

2.14 UART 和 IrDA

几乎所有的 ARM 芯片都具有 1-2 个 UART 接口,可以用于和 PC 机通讯或用 Angel 进行调试。一般的 ARM 芯片通讯波特率为 115,200BPS,少数专为蓝牙技术应用设计的 ARM 芯片的 UART 通讯波特率可以达到 920KBPS,如 Linkup 公司的 L7205。

2.15 DSP 协处理器,见表 3。

芯片型号	供应商	DSP core	DSP MIPS	应用
TMS320DSC2X	TI	16 bits C5000	500	Digital Camera
Dragonball MX1	Motorola	24 bits 56000		CD-MP3
SAA7750	Philips	24 bits EPIC	73	CD-MP3
PNX0101	Philips	24 bits EPIC	73	Flash MP3
VWS22100	Philips	16bits OAK	52	GSM
ML675200	OKI	16bits Teak	60	MP3
STLC1502	ST	D950		VOIP
GMS30C3201	Hynix	16 bits Piccolo		STB
AT75C220	ATMEL	16 bits OAK	40	IA
AT75C310	ATMEL	16 bits OAK	40x2	IA
AT75C320	ATMEL	16 bits OAK	60X2	IA
Mimagic1	Linkup	16 bits Piccolo		Wireless
Mimagic3	Linkup	16 bits Piccolo		Wireless
Quatro	OAK	16 bits OAK		Digital Image

▲ 表 3 ARM+DSP 结构的 ARM 芯片

2.16 内置 FPGA,有些 ARM 芯片内置有 FPGA,适合于通讯等领域。见表 4。

2.17 时钟计数器和看门狗

一般 ARM 芯片都具有 2-4 个 16 位或 32 位时钟计数器和一个看门狗计数器。

2.18 电源管理功能

ARM 芯片的耗电量与工作频率成正比,一般 ARM 芯片都有低功耗模式、睡眠模式和关闭模式。

2.19 DMA 控制器

有些 ARM 芯片内部集成有 DMA (Direct Memory Access),可以和硬盘等外部设备高速交换数据,同时减少数据交换时对 CPU 资源的占用。

2.20 MII 接口

如 NeoMagic 公司的 Mimagic5 和 Mimagic6 具有 MII 接口,比较适合于设计新型智能手机。

另外,还可以选择的内部功能部件有: HDLC, SDLC, CD-ROM Decoder, Ethernet MAC, VGA controller, DC-DC。可以选择的内置接口有: IIC, SPDIF, CAN, SPI, PCI, PCMCIA。

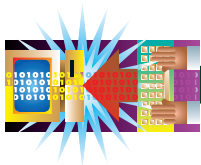
最后还需说明的是封装问题,ARM 芯片现在主要的封装有 QFP、TQFP、PQFP、LQFP、BGA、LBGA 等形式,BGA 封装具有面芯片积小的特点,可以减少 PCB 板的面积,但是需要专用的焊接设备,无法手工焊接。另外一般 BGA 封装的 ARM 芯片无法用双面板完成 PCB 布线,需要多层 PCB 板甚至高密度版布线。

3. 多芯核结构 ARM 芯片的选择

为了增强多任务处理能力、数学运算能力、多媒体以及网络处理能力,某些供应商提供的 ARM 芯片内置多个芯核,目前常见的有 ARM+DSP, ARM+FPGA, ARM+ARM 等结构。

3.1 多 ARM 芯核:

为了增强多任务处理能力和多媒体处理能力,某些 ARM 芯片内置多个 ARM 芯核。例如 Portal player 公司的 PP5002 内部集成了两个 ARM7TDMI 芯核,可以应用于便携式 MP3 播放器的编码器或解码器。从科胜讯公司 (Conexant) 分离出去的专门致力于高速通讯芯片设计生产的 MinSpeed 公司就在其多款高速通讯芯片中集成了 2-4 个 ARM7TDMI 内核。



3.2 ARM 芯核 + DSP 芯核

为了增强数学运算功能和多媒体处理功能，许多供应商在其 ARM 芯片内增加了 DSP 处理器，通常加入的 DSP 芯核有 OAK 公司的 16 位定点 DSP 芯核、TI 的 TMS320C5000 系列 DSP 芯核、Motorola 的 56K DSP 芯核等。见表 3。

3.3 ARM 芯核 + FPGA

为了提高系统硬件的在线升级能力，某些公司在 ARM 芯片内部集成了 FPGA。见表 4。

3.4 ARM+APA

如 NeoMagic 公司的 Mimaqic6，除了 ARM9 内核之外，片上具有 512 个超级并行处理器，可以在低功耗下快速地处理各种流媒体。

芯片型号	供应商	ARM 芯核	FPGA 门数	引脚数
EPXA1	Altera	ARM922T	100K	484
EPXA4	Altera	ARM922T	400K	672
EPXA10	Altera	ARM922T	1000K	1020
TA7S20 系列	Triscend	ARM7TDMI	多种	多种

▲ 表 4 ARM+FPGA 结构的 ARM 芯片

4. 主要 ARM 芯片供应商

目前可以提供 ARM 芯片的著名欧美半导体公司有：英特尔、德州仪器、三星半导体、摩托罗拉、飞利浦半导体、意法半导体、亿恒半导体、科胜讯、模理器件公司、爱特梅尔、安捷伦、高通公司、Intersil、Alcatel、Altera、Cirrus Logic、Linkup、Parthus、LSI logic、Micronas、Silicon Wave、Virata、Portalplayer inc.、NetSilicon、Parthus。日本的许多著名半导体公司如东芝、三菱半导体、爱普生、富士通半导体、松下半导体等公司较早期都大力投入开发了自有的 32 位 CPU 结构，

但现在都转向购买 ARM 公司的芯核进行新产品设计。由于它们购买 ARM 版权较晚，现在可以销售的 ARM 芯片种类还较少，而 OKI、NEC、AKM、OAK、Sharp、Sanyo、Sony、Rohm 等日本半导体公司目前都已经量产了 ARM 芯片。韩国的现代半导体和 Telechips 也提供 ARM 芯片。另外，国外也有很多设备制造商也采用 ARM 公司的芯核设计自己的专用芯片，如美国的 IBM、3COM 和新加坡的创新科技等。我国台湾省可以提供 ARM 芯片的公司有 MediaTec、华邦电子等。国内有实力的芯片公司也已经开始购买 ARM 芯核，相信很快就能看到芯片上市。