

32 位 RISC CPU ARM 芯片的应用和选型

上海交通大学 周洁 杨心怀

摘要：ARM 公司以及 ARM 芯片的现状和发展，从应用的角度介绍了 ARM 芯片的选择方法，并介绍了具有多芯核结构的 ARM 芯片。列举了目前的主要 ARM 芯片供应商，其产品以及应用领域。举例说明了几种嵌入式产品最佳 ARM 芯片选择方案。

关键词：ARM MMU SOC RISC CPU

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 (Intellect 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 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 50 多家，中兴通讯和华为通讯等公司已经购买 ARM 公司芯核用于通讯专用芯片的设计。

目前非常流行的 ARM 芯核有 ARM7TDMI, StrongARM, ARM720T, ARM9TDMI, ARM922T, ARM940T, RM946T, ARM966T, ARM10TDMI 等。自 V5 以后，ARM 公司提供 Piccolo DSP 的芯核给芯片设计得，用于设计 ARM DSP 的 SOC (System On Chip) 结构芯片。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、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，70 多芯片生产厂家，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。

1 ARM 芯片选择的一般原则

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。

1.1 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、ARM946T 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。

1.2 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 0.9 MIPS/MHz，常见的 ARM7 芯片系统主时钟为 20MHz-133MHz，ARM9 的处理速度为 1.1 MIPS/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同频率的时钟，如 Philips 公司 SAA7750 等芯片。

1.3 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。

表 1 内置存储器的 ARM 芯片

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
AT91F40162	ATMEL	2M Bytes		4K Bytes
AT91FR4081	ATMEL	1M Bytes		128K Bytes
SAA7750	Philips	384K Bytes		64K bytes
PUC3030A	Micronas	256K Bytes	256K bytes	56K bytes
HMS30C7202	Hynix	192K Bytes		
ML67Q4001	OKI	256K Bytes		
LC67F500	Snayo	640K Bytes		32K bytes

1.4 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。

表 2 内置 USB 控制器的 ARM 芯片

表 2 内置 USB 控制器的 ARM 芯片

芯片型号	ARM 内核	供应商	USB Slave	USB Host	IIS 接口
S3C2410	ARM920T	Samsung	1	2	1
S3C2400	ARM920T	Samsung	1	2	1
S5N8946	ARM7TDMI	Samsung	1	0	0
L7205	ARM720T	Linkup	1	1	0
L7210	ARM720T	linkup	1	1	0
EP9312	ARM920T	Cirrus Logic	0	3	1
Dragonball MX1	ARM920T	Motorola	1	0	1
SAA7750	ARM720T	Philips	1	0	1
TMS320DSC2x	ARM7TDMI	TI	1	0	0
PUC3030A	ARM7TDMI	Micronas	1	0	5
AAEC-2000	ARM920T	Agilent	1	0	0
ML67100	ARM7TDMI	OKI	1	0	0
ML7051LA	ARM7TDMI	OKI	1	0	0
SA-1100	StrongARM	Intel	1	0	0
LH7979531	ARM7TDMI	Sharp	1	0	0
GMS320C7201	ARM720T	Hynix	1	0	1

1.5 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。

1.6 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同的中断控制器,以便支持诸如串行口、外部中断、时钟断等硬件中断。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才高电平中断,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 CPU 时间。

1.7 IIS (Integrate Interface of Sound) 接口

即集成音频接口。如果设计者频应用产品,IIS 总线接口是必需的。

1.8 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。

1.9 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 SAA7750 和 S3C2410 等芯片的 RTC 直接提供年月日时分秒格式。

1.10 LCD 控制器

有些 ARM 芯片内置 LCD 控制器,有的甚至内置 64K 彩色 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。

1.11 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。

1.12 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 更是内置了一个 16 位立体声音频 ADC 和 DAC,并且带耳机驱动。

1.13 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 ARM 芯片如德国 Mi cronas 的 PUC3030A 没有外部扩展功能。

1.14 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 L7205。

1.15 DSP 协处理器,见表 3。

表 3 ARM+DSP 结构的 ARM 芯片

芯片型号	供应商	DSP core	DSP MIPS	应用
TMS320DSC2X	TI	16bits C5000	500	Digital Camera
Dragonball MX1	Motorola	24bits 56000		CD-MP3
SAA7750	Philips	24bits EPIC	73	CD-MP3
VWS22100	Philips	16bits OAK	52	GSM
STLC1502	ST	D950		VOIP
GMS30C3201	Hynix	16bits Piccolo		STB
AT75C220	ATMEL	16bits OAK	40	IA
AT75C310	ATMEL	16bits OAK	40x2	IA
AT75C320	ATMEL	16bits OAK	60X2	IA
L7205	Linkup	16bits Piccolo		Wireless
L7210	Linkup	16bits Piccolo		Wireless
Quatro	OAK	16bits OAK		Digital Image

1.16 内置 FPGA

有些 ARM 芯片内置有 FPGA,适合于通讯等领域。见表 4。

表 4 ARM+FPGA 结构的 ARM 芯片

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

1.17 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。

1.18 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。

1.19 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。

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 封装具有芯片面积小的特点，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 板布线。

2 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 ARM+DSP，ARM+FPGA，ARM+ARM 等结构。

2.1 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) 分离出云的专门致力于高速通讯芯片设计生产的 Mi nSpeed 公司就在其多款高速通讯芯片中集成了 2~4 个 ARM7TDMI 内核。

2.2 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 协处理器。通常加入的 DSP 芯核有 ARM 公司的 Piccolo DSP 芯核、OAK 公司 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。

2.3 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 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、ADI 公司、安捷伦、高通公司、Atmel、Intersil、Alcatel、Altera、Cirrus Logic、Linkup、Parthus、LSI Logic、Micronas、Silicon Wave、Virtata、Portal player inc.、NetSilicon，Parthus。见表 5。日本的许多著名半导体公司或东芝、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了自主的 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，现在还没有可销售的 ARM 芯片，而 OKI、NEC、AKM、OAK、Sharp、Sanyo、Sony、Rohm 等日本半导体公司目前都已经指生产了 ARM 芯片。韩国的现代半导体公司也生产提供 ARM 芯片。另外，国外也很多设备制造商采用 ARM 公司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。我国台湾地区可以提供 ARM 芯片的公司台积电、台联电、华帮电子等。其它已购买 ARM 芯核，正在设计自主版权专用芯片的大陆公司会为通讯中兴通讯等。

表 5 主要 ARM 芯片供应商及其代表性产品和主要应用领域

供应商	芯片 1	芯片 2	芯片 3	芯片 4	主要应用
Intel	SA-110	SA-1100			Palm PC, Network
TI	TMS320DSC21	TMS320DSC24	SA-1110	IXP1200	Digital Camera
Samsung	S3C44B0X	S3C2410	TMS320DSC25	PMAP1510	ADSL, PDA
Motorola	Dragonball MX1		S3C4510	S5N8946	BT, PDA
Philips	SAA7750	VWS22100			MP3, GSM, 3G, BT
Cirrus Logic	EP7209	EP7212	VCS94250	VW26001	GP, MP3
Linkup	L7200	L7205	EP7312	EP9312	Wireless
ATMEL	AT91R40XXX	AT75C310	L7210		GP, Wireless
OKI	ML67100	ML7051LA	AT76C901	AT76C502	GP, BT
Sharp	LH75400/1	LH79520	ML67Q4000	ML67Q2300	Portable handheld
Qualcomm	MSP1000	MSM3000	LH79531/2/3	LH7A400	CDMA
ST	STLC1502	STw2400	MSM5000	MSM6000	VOIP, BT
Infineon	PMB7754				BT
Analog	AD20MSP430				GSM
Hynix	GMS30C7201	HMS30C7202			STB, GP
Micronas	PUC3030A		HMS39C7092		GP, MP3
Conexant	CN9414	CX82100			Network, Modem
Agilent	AAEC-2000				IA
Portapayer	PP5002				MP3, PDA
NEC	UPD65977				Configurable
NetSilicon	NET+15	NET+40	NET+50		Ethernet
LSI Logic	CBP3.0	CBP4.0	L64324		CDMA
Alcatel	MTC20276	MTK20141	MTK20285	MTC20277	ISDN, ADSL
Altera	EPXA1	EPXA4	EPXA10		Configurable
Panasonic	MN1A7T0200				PDA, Phone
Silicon Wave	SiW1750				BT
OAK	Quatro				Digital Image
Rohm	BU6611AKU				ISDN
Parthus	InfoSream				Wireless Internet
Intersil	ISL3856				802.11b, WLAN
SiRF	SiRF Star II				GPS
Sirius	CDMAx	DIRAC			3G CDMA
Sanyo	VOL101				CD-R HDC
Virata	Helium	Helium 200	Helium 210	Lithium	Communications
Agere	T8300	T8302			Mobile phone

4 选择方案举例

表 6 列举的最佳方案仅供参考，由于 SOC 集成电路的发展非常迅速，今天的最佳方案到明天就可以不是最佳的了。因此任何时候在选择方案时，都应广泛搜寻一下主要的 ARM 芯片供应商，以找出最适合芯片。

表 6 最佳应用方案推荐

应用	第一选择方案	第二选择方案	注释
高档 PDA	S3C2410	Dragon ball MX1	
便携 CDMP3 播放器	SAA7750		USB 和 CD-ROM 解码器
FLASH MP3 播放器	SAA7750	PUC3030A	内置 USB 和 FLASH
WLAN 和 BT 应用产品	L7205, L7210	Dragon ball MX1	高速串口和 PCMCIA 接口
Voice Over IP	STLC1502		
数字式照相机	TMS320DSC24	TMS320DSC21	内置高速图像处理 DSP
便携式语音 email 机	AT75C320	AT75C310	内置双 DSP，可以分别处理 MODEM 和语音
GSM 手机	VWS22100	AD20MSP430	专为 GSM 手机开发
ADSL Modem	S5N8946	MTK-20141	
电视机顶盒	GMS30C3201		VGA 控制器
3G 移动电话机	MSM6000	OMAP1510	
10G 光纤通信	MinSpeed 公司系列 ARM 芯片		多 ARM 核+多 DSP 核

“中国电子技术信息网”（简称“中国电子网”）是一个专业的电子技术网站，是一个提供全面电子信息平台。我们以电子技术为核心，面向工程师的需求选取了大量技术文章与资料；同时我们以信息服务为目标，为业界提供全面的最新的行业动态和市场信息。

我们的宗旨是务实、求是、渊博。我们选取资料以实用为标准，坚决杜绝泛泛而谈或花而不实的素材出现。我们立题广而不滥，每个专题都是以网友关心的具体技术来设立。我们慎重处理每位网友的意见与需求，力求为大家提供完善的服务。

www.EC66.com