

ARM 嵌入式系统硬件选型

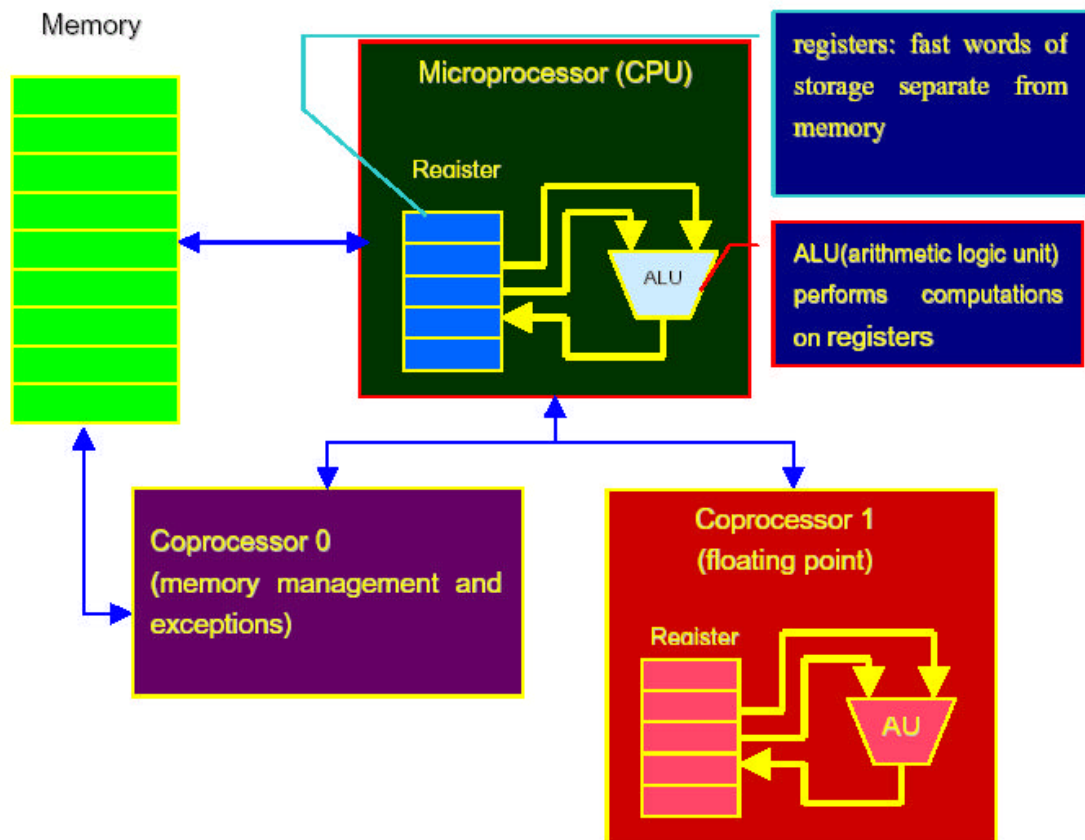
ARM RISC 架构微处理器

ARM 公司(Advanced RISC Machines Limited)正式成立于 1990 年。在 1985 年 4 月 26 日,第一个 ARM 原型在英国剑桥的 Acorn 计算机有限公司诞生(在美国 VLSI 公司制造)。目前,ARM 架构处理器已在高性能、低功耗、低成本的嵌入式应用领域占据领先地位。ARM 公司在全世界 9 个国家和地区(中国台湾)设有分公司,中国分公司位于上海。

ARM 公司是嵌入式 RISC 处理器的知识产权 IP 供应商。ARM 将其技术授权给世界上许多领先的半导体系统厂商、实时操作系统开发商、电子设计自动化和工具供应商、应用设计公司、芯片制造商和设计。利用这种合伙关系,ARM 很快成为许多全球性 RISC 标准的缔造者。目前世界前 5 大半导体公司全部使用了 ARM 的技术授权,而前 10 大半导体公司中有 9 家,前 25 大半导体公司中有 23 家都采用了 ARM 的技术授权,全世界有 70 多家公司生产 ARM 芯片。基于 ARM 技术的处理器已经占据了 32 位 RISC 芯片 75%的市场份额。随着 ARM/MIPS/ARC 等成熟内核的推出,很多过去没有 32 位 cpu 研发能力的半导体公司进入这一行列。授权方面,ARM7 已经发出了 70 多个,ARM9 为 40 多个,最新的 ARM11 的客户有 TI、Qualcomm 和 LSI。ARM 自成立中国公司以来,积极拓展业务,已经同中芯国际、中兴集成、上海华虹等公司签署了 ARM 授权,并积极与中国大学合作,向大学提供技术支持和免费的开发工具。东南大学已成为中国大陆首家通过 ARM 大学计划获得 ARM7TDMI 内核授权的学府。同时,东南大学计划组建一个 ARM-东南大学系统级芯片实验室。

美国高通(Qualcomm)公司前不久公布了下一代手机基带芯片开发计划,加紧与德州仪器争夺 CDMA 手机芯片市场。据高通透露,这些新型的芯片集成了两个 DSP 和两个 ARM 处理器,预计在 2004 年出货,以期在 CDMA 1xEV-DV 芯片市场打败刚进入该市场的德州仪器。

ARM RISC architecture



ARM 技术具有很高的性能和功效，因而容易被厂商接受。同时，合作伙伴的增多，可获得更多的第三方工具、制造和软件支持，又使整个系统成本降低，使产品进入市场的时间加快，从而具有更大的竞争优势。可以说，ARM 已成为移动通信、手持计算、多媒体数字消费等嵌入式解决方案的事实标准。

ARM 芯片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 Mucleus、EPOC、uCOS、BeOS 等。Windows CE 的 Pocket PC 只支持 ARM。

ARM 公司为 ARM 架构处理器提供了 ARM 处理器内核(如 ARM7TDMI、ARM9TDMI、ARM10TDMI 等)和 ARM 处理器核(ARM710T/720T/740T、ARM920T/922T/940T、ARM926E/966E 及 ARM1020E 等)。由于各半导体公司(ARM 公司合作伙伴)在上述的处理器内核或处理器核基础上进行再设计，嵌入各种外围和处理部件，形成各种嵌入式微处理器和嵌入式微控制器。

ARM 芯片具有 RISC 体系的一般特点，如：

- 具有大量的寄存器；
- 绝大多数操作都在寄存器中进行，通过 Load/Store 的体系结构在内存和寄存器之间传递数据；
- 寻址方式简单；
- 采用固定长度的指令格式。

除此之外，ARM 体系采用了一些特别的技术，在保证高性能的同时尽量减少芯片体积，降低芯片的功耗，这些技术包括：

- 在同一条数据处理指令中包含算术逻辑处理单元处理和移位处理；
- 使用地址自动增加(减少)来优化程序中循环处理；

- Load/Store 指令可以批量传输数据，从而提高数据传输的效率；
 - 所有指令都可以根据前面指令执行结果，决定是否执行，以提高指令执行的效率。
- ARM 架构自诞生至今，已经发生了很大的演变，至今已定义 5 种不同的版本：

1. v1 版架构

该版架构只在原型机 ARM1 出现过，其基本性能：

- a) 基本的数据处理指令(无乘法)
- b) 字节、半字和字的 Load/Store 指令
- c) 转移指令，包括子程序调用及链接指令
- d) 软件中断指令
- e) 寻址空间：64MB。

1. v2 版架构

该版架构对 v1 版进行了扩展，如 ARM2 与 ARM3(v2a 版)架构，增加了以下功能：

- 乘法和乘加指令。
- 支持协处理器指令。
- 对于 FIQ 模式，提供了额外的两个备份寄存器。
- SWP 指令及 SWPB 指令。

本版本中地址空间是 26 位，目前已经不再使用。

2. v3 版架构

版本 3 较以前的版本发生了比较大的变化，主要改进部分如下：

- 处理器的地址空间扩展到了 32 位，但除了版本 3G(版本 3 的一个变种)外的其他版本是向前兼容的，支持 26 位的地址空间。
- 当前程序状态信息从原来的 R15 寄存器移到一个新的寄存器中，新寄存器名为 CPSR(Current Program Status Register，当前程序状态寄存器)。
- 增加了 SPSR(Saved Program Status Register，备份的程序状态寄存器)，用于在异常中断程序时，保存被中断的程序的状态。
- 增加了两种处理器模式，使操作系统代码可以方便地使用数据访问中止异常、指令预取异常和未定义指令异常。
- 增加了指令 MRS 和 MSR，用于访问 CPSR 寄存器和 SPSR 寄存器。
- 修改了原来的从异常中返回的指令。

ARMv2 和 ARMv3 有一个 32 位数据总线和一个 26 位地址总线。在以后版本的 ARM 上，数据总线和地址总二者都是完全的 32 位宽。

3. v4 版架构

与版本 3 相比，版本 4 增加了下列指令：

- 半字的读取和写入指令。
- 读取(Load)带符号的字节和半字数据的指令。
- 增加了 T 变种，可以使处理器状态切换到 Thumb 状态，在该状态下指令集是 16 位的 Thumb 指令集。
- 增加了处理器的特权模式。在该模式下，使用的是用户模式下的寄存器。

另外，在版本 4 中明确定义了哪些指令会引起未定义指令异常。版本 4 不再强制要求与以前的 26 位地址空间兼容。

4. v5 版架构

与版本 4 相比，版本 5 增加或者修改了下列指令：

- 提高了 T 变种中 ARM/Thumb 混合使用的效率。
- 对于 T 变种的指令和非 T 变种的指令使用相同的代码生成技术。

同时，版本 5 还具有以下的特点：

- 增加了前导零计数(count leading zeros)指令，该指令可以使整数除法和中断优先级排队操作更为有效。
- 增加了软件断点指令。
- 为协处理器设计提供了更多的可选择的指令。
- 更加严格地定义了乘法指令对条件标志位的影响。

5. v6 版架构

ARM 体系版本 6 是 2001 年发布的。其主要特点是增加了 SIMD 功能扩展。它适合使用电池供电的高性能的便携式设备。这些设备一方面需要处理器提供高性能，另一方面又需要功耗很低。SIMD 功能扩展为包括音频/视频处理在内的应用系统提供了优化功能。它可以使音频/视频处理性能提高 4 倍。ARM 体系版本 6 首先在 2002 年春节发布的 ARM11 处理器中使用。

ARM 还定义了一些拥有特定功能的变种(Variant)。

- T 变种(Thumb 指令集)：Thumb 指令集是将 ARM 指令集的一个子集重现编码形成的一个指令集。ARM 指令长度是 32 位，Thumb 是 16 位，这样，使用 Thumb 指令集可以得到密度更高的代码，这对于需要严格控制产品成本的设计非常有意义，当然，完成同样的功能采用 Thumb 指令通常要比采用 ARM 指令更多的指令，因此不适合对时间要求苛刻的场合，并且 Thumb 指令不包含异常处理指令，因此通常和 ARM 指令配合使用。Thumb 指令集有两个版本：版本 1 用于 ARM 体系版本 4，版本 2 用于 ARM 体系版本 5；
- M 变种(长乘法指令)：增加了两条用于进行长乘法操作的 ARM 指令，首先在 ARM 体系版本 3 引入，在 ARM 体系版本 4 之后，M 变种成为系统的标准功能；
- E 变种(增强型 DSP 指令)：包含附加指令用于增强处理器对一些典型 DSP 算法的处理性能，E 变种首先在 ARM 体系版本 5T 中使用。在早期一些 E 变种中未包含 LDRD/STRD/MCRR/MRRR/PLD 等指令，这种 E 变种记作 ExP，x 表示缺少，P 代表上述的几种指令；
- J 变种(Java 加速器 Jazelle)：提供 Java 加速功能，可得到比普通 Java 虚拟机高得多的性能；
- D 变种(片内 Debug)：支持片内 Debug 调试；
- I 变种(嵌入式 ICE)：集成嵌入式 ICE 宏单元，原型设计和系统芯片的调试因此得到极大简化；
- SIMD 变种(ARM 媒体功能扩展)：为嵌入式应用系统提供了高性能的音频/视频处理技术。因此，表示 ARM 体系结构版本的字符串由下面几部分构成：

- 字符串 ARMv。
- ARM 指令集版本号。目前是 1-6 的数字字符。
- 表示变种的字符。由于在 ARM 体系版本 4 之后，M 变种成为系统的标准功能，所以字符 M 通常不需要列出来。
- 使用字符 x 表示排除某种功能。

例如，ARMv5TE 表示，ARM 指令集版本号为 5，Thumb 指令集版本号为 2，属于 M 变种和 E 变种。

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 的芯核给芯片设计者，用于设计 ARM+DSP 的 SOC 结构的芯片。

由于 ARM 芯片有多达几十种的芯核结构，70 多家芯片生产厂家，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。

“With performance up to 800 MIPS (with the Intel® XScale™ microarchitecture), power consumption figures measured in microwatts per Megahertz, the industry's broadest feature set, and full architectural compatibility, the ARM processor core range provides solutions for open platforms in wireless, consumer and imaging applications, embedded real-time systems for storage, automotive, industrial and networking applications, and secure applications for smart cards and SIM cards.”(http://www.arm.com/armtech/Core_Families?OpenDocument)

ARM 处理器当前有 5 个产品系列：ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10E、ARM11 和 SecureCore。（可参考 <http://www.convergencepromotions.com> 和 <http://www.armdevzone.com>）

ARM7 Family

[ARM720T](#)

[ARM7EJ-S](#)

[ARM7DI](#)

[ARM7TDMI](#)

[ARM7TDMI-S](#)

ARM9 Family

[ARM920T](#)

[ARM922T](#)

[ARM940T](#)

ARM9E Family

[ARM926EJ-S](#)

[ARM946E](#)

[ARM946E-S](#)

[ARM966E-S](#)

ARM10 Family

[ARM1020E](#)

[ARM1022E](#)

[ARM1026EJ-S](#)

ARM11 Family

[ARM11 Family](#)

ASIC

[ASIC](#)

Other Cores

[SC100/SC200 Processors](#)

[StrongARM Microprocessor](#)

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)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。

(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 ARM7 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 SAA7550 等芯片。

(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

芯片型号	供应商	FLASH 容量	ROM 容量	SRAM 容量
AT91F40162	ATMEL	2M Bytes	256K bytes	4K Bytes
AT91FR4081	ATMEL	1M Bytes		128K Bytes
SAA7750	Philips	384K Bytes		64K bytes
PUC3030A	Micronas	256K Bytes		56K bytes
HMS30C7202	Hynix	192K Bytes		
ML67Q4001	OKI	256K Bytes		
LC67F500	Snayo	640K Bytes		32K

(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

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
LH79531	ARM7TDMI	Sharp	1	0	0
GMS320C7201	ARM720T	Hynix	1	0	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。

(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。

(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。

(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 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。

(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。

(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 S1C2410 较为适宜。

(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。

(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。

(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。

(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。

(15) DSP 协处理器

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

(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

(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。

(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。

(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。

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。

(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。

(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。

(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。

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、Virata、Portalplayer inc.、NetSilicon,Parthus。见表 5。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，现在还没有可以销售的 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批量生产了 ARM 芯片。韩国的现代半导体公司也生产提供 ARM 芯片。另外，国外也有很多设备制造商采用 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。我国台湾地区可以提供 ARM 芯片的公司有台积电、台联电、华邦电子等。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有华为通讯和中兴通讯等。

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	SA-1110	IXP1200	Palm PC, Network
TI	TMS320DSC21	TMS320DSC24	TMS320DSC25	OMAP1510	Digital Camera
Samsung	S3C44B0X	S3C2410	S3C4510	S5N8946	ADSL,PDA
Motorola	Dragonball MX1				BT,PDA
Philips	SAA7750	VWS22100	VCS94250	VWS26001	MP3,GSM ,3G,BT
Cirrus Logic	EP7209	EP7212	EP7312	EP9312	GP,MP3
Linkup	L7200	L7205	L7210		Wireless
ATMEL	AT91R40XXX	AT75C310	AT76C901	AT76C502	GP, Wireless
OKI	ML67100	ML7051LA	ML67Q4000	ML67Q2300	GP,BT
Sharp	LH75400/1	LH79520LH79520	LH79531/2/3	LH7A400	Portable handheld
Qualcomm	MSP1000	MSM3000	MSM5000	MSM6000	CDMA
ST	STLC1502	STw2400			VOIP,BT
Infineon	PMB7754				BT
Analog	AD20MSP430				GSM
Hynix	GMS30C7201	HMS30C7202	HMS39C7092		STB,GP

Micronas	PUC3030A				GP, MP3
Conexant	CN9414	CX82100			Network, Modem
Agilent	AAEC-2000				IA
Portalplayer	PP5002				MP3, PDA
NEC	UPD65977				Configurable
NetSilicon	NET+15	NET+40	NET+50		PDA, Phone
LSI Logic	CBP3.0	CBP4.0	L64324		BT
Alcatel	MTC20276	MTK20141	MTK20285	MTC20277	Digital Image
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

表 6 最佳应用方案推荐

应用	第一选择方案	第二方案	注释
高档 PDA	S3C2410	DragonBall MX1	
便携式 CDMP3 播放	SAA7750		USB 和 CD-ROM 解码器
FLASH MP3 播放	SAA7750	PUC3030A	内置 USB 和 FLASH
WLAN 和 BT 应用产	L7205 , L7210	Dragon ball MX1	高速串口和 PCMCIA 接
Voice Over IP	STLC1502		
数字式照相机	TMS320DSC24	TMS320DSC21	内置高速图像处理 DSP

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

ARM 的 C/C++开发平台常用的包括 ARM 公司提供的 ADS 和 SDT 以及免费的 GNU 工具链。ARM 系列支持 JTAG 规范。目前支持 ARM 的调试器有, JEENI、TraceIcd、Multilce 等。

2.4 MOTOROLA 公司的龙珠 MX1 微处理器

MC928MX1 (以下简称MX1) 是摩托罗拉公司基于ARM核心的第一款MCU, 主要面向高端嵌入式应用。自1995年摩托罗拉推出"龙珠"以来, 龙珠微处理器已经应用在超过全球75%的个人数字助理设备(PDA)上, 成为全球最畅销的掌上电脑微处理器, 尤其在基于Palm OS操作平台的产品上有卓越的表现。摩托罗拉在无线产品领域有超过60年的经验, 目前, 摩托罗拉在"龙珠"系列产品基础上又推出龙珠MX1微处理器, 进一步巩固了该公司在下一代便携式通信处理器制造业的领先地位。新龙珠MX1处理器延续了“龙珠”固有优势, 具有技术领先、性能优良、电池寿命长久等特点, 能够全面提升从个人记事本到多媒体应用等便携式产品的功能。

作为 DragonBall 家族的后续产品, DragonBall MX 系列提供了 ARM9? 微处理器内核和完整的系统功能。DragonBall MX 产品特别为个人移动产品设计, 支持各种智能外设, 配有高级处理核心和灵活的电源管理。DragonBall MX1 采用的 ARM920T?内核可以工作到 200 MHz. 片上模块如 LCD 控制器, static RAM, USB 支持, A/D 转换器、触摸屏控制器, MMC/SD host 控制器, 给设计者提供了丰富的设计空间, 使产品具备丰富的多媒体体验. 另外, DragonBall MX1 还提供了片上蓝牙加速器, MC9328MX1 是第一个支持 Bluetooth?技术的应用处理器, 其蓝牙带宽处理功能已集成于处理器上的蓝牙加速器(BTA), 与 RF 前端集成电路结合后, 能够为 PDA 应用提供无缝的蓝牙解决方案。

龙珠 MX1 能够在操作、休眠及停止状态下耗用最低能量。其共用的外围设备包括支持 16 灰度单色显示、彩色 STN 显示和彩色 TFT 显示的 LCD 控制器。其他综合的智能外围设备还包括多媒体加速器(MMA)、多媒体卡(MMC) / 安全数位(SD) / 记忆棒界面、先进处理器核

心及能源管理等,让设计者在龙珠 MX1 的全套的附加功能上提升其移动数据设备并丰富其多媒体功能。此外,龙珠 MX1 还提供完善系统记忆配置,系统设计者可创造支持影像缓冲及节目和/或数据储存的移动设备。

MC9328MX1 芯片主要优势是:低功耗稳定的系统设计、多媒体加速功能、蓝牙应用优化、提供有效的在手持设备上增加无线应用服务、可适用于各种终端设备如 PDA 和 Smartphone 等下一代无线通讯设备。

为了将更多完整的解决方案投向市场,摩托罗拉已经与多家公司签订了知识产权合作协议,包括在龙珠 MX1 产品上应用 ARM 公司的 ARM920T 核心技术;索尼公司开发支持龙珠的 Memory Stick™ 接口;使用 Digianswer A/S 的蓝牙无线通讯技术;应用 Metrowerks 开发的 CodeWarrior™ 技术。

摩托罗拉 DragonBall MX1 是第一个通过 PalmSource 认证兼容最新发布的 Palm OS 5 的微处理器。这意味着任何 Palm OS 获许可商都可在运行新操作系统的手持设备上使用该处理器。龙珠 MX1 让超过 15.5 万的 Palm OS 软件开发商设计运行于 ARM 及 68K 结构的程序,当中包括一系列无线应用。现有的 1 万个 Palm OS 应用软件亦可通过龙珠 MX1 向上兼容。“龙珠”系列能支持业界领先的系统,包括 Palm OS 操作系统平台、微软 Windows CE 操作系统和 Pocket PC、Linux 操作系统、Symbian EPOC 技术。



eM-ARM9 教学实验系统采用了龙珠 MX1 处理器。

到目前为止,“龙珠”处理器的发货量已达 3 千万片。它备有一套软件和相关设计支持系统。自 1995 年“龙珠”推出至今,“龙珠”微处理器已获应用于所有 Palm OS 设备上。全球众多厂商已采用“龙珠”处理器作为其掌上设备的核心,包括倚天、权智、Handspring、恒基伟业、联想、摩托罗拉、Palm、三星、索尼等。经有公司计划采用龙珠 MX1 处理器,当中包括领先 GPS 技术厂商 Garmin 国际公司,该公司也是最早采用龙珠系列微处理器的厂商之一。根据计划,Garmin 国际公司将在其包括采用了 PALMOS5 平台的 GPS 产品中采用龙珠 MX1。Tapwave 的产品 Helix 将基于 PalmOS 5.2 和龙珠 MX1 处理器并集成 3D 加速芯片。

“龙珠”MX1 的建议售价为 19 美元,最低订货量为 10,000 套。

外部连接

两个必要的串行端口--UART1 和 UART2,能够执行高至 1.875MHz 的波特率并提供 IrDA1.0 支持。一个 32 位 FIFO-ON 传输和 32-位 FIFO-ON 接收决定了中断负载和 CPU 处理该类通信的速度。

一个可配置的串行外部接口(CSPI)可被配置为主接口或从属接口,能够执行高至 16 位的宽带数据传输,并且传输接收都是高达 16 字节的 FIFO。该 CSP 的最大时钟频率为 24MHz。

图 龙珠 MX1 方块图

SSI/I2S (同步串行端口和 Inter-IC 声音) 支持用于外部音频芯片或用于内部处理器机间通信的普通 SSI 端口。同时它还支持用于外部数字声频芯片接口、飞利浦标准的 Inter-IC 声音总线。摩托罗拉将 SSI 芯片设计为与 AMBA(先进的微处理控制器总线结构)兼容,它支持四条线上的同步传送,具有时钟极性和相位编程的特点。I2S 端口由飞利浦开发,支持诸如数字音频在内的连续数据通信,就像数字音乐。总线功能的实现需要 3 条线--一条提供两条时间复用数据信道,第二条传送同步时钟,第三条提供文字选择控制。这个总线可同时接受传送器和接收器作为主控器;在一个连接的系统中,主控器的同步时钟决定传送器时钟和所有的接收器。该 Inter-IC(I2C)总线接口支持用于外部数字控制的飞利浦 I2C 总线标准。它仅有的两条总线为专用线路,一条用于数据,另一条用于串行时钟。如同 I2S 一样,接收器和传送器既可以是主控器,也可以是从属控器,若是主控器,就可以对连接在网络中的其它装置发出同步时钟指令。该 Inter-IC 芯片多功能主动装置操作带有冲突检测、中断驱动逐字节传输、判优丢失中断,以及主次控器间的自动转移。它使系统中的每一个器件都具有各自软件独有的定址功能。通信以 8 位为主,在普通模式下可达 100Kb/s,快速模式下可达 400Kb/s。它能够支持连接 3.3V 接口的设备。

龙珠 MX1 的 USB 接口在全速情况下 (12MHz) 符合通用串行总线规格 1.1 版,提供六个端点。端点 (0) 可用于输入和输出,进行管理,得到 32 字节 FIFO 支持,因而确定了 32 字节的最大信息包尺寸。端点 (1-5) 用于单向通讯 (可选择为进或出)。端点 (1-2) 由 64 位 FIFO 支持,端点 (3-5) 与 32 字节 FIFO 连接。端点 (3-5) 能够支持等时通讯导管。端点 (1-5) 也支持控制,容积,和中断导管;用户可培植的最大的信息包尺寸是 8、16、32 或 64 字节,只受片上缓冲器实际尺寸的限制。这样配置后,当 USB 框架发生时,等时通讯导管产生中断。信息包尺寸大小按通信性能的不同受到限制:用于等时端点的 DMA 接入受 FIFO 端点尺寸的限制;下一个信息包仅在 DMA 服务于 FIFO 之后才能得到。编程后的 I/O 能够支持从 0 到 1023 字节的任意大小的数据包。USB 芯片自己供给能量,从而不需要从相连的 USB 设备上吸收能量,但是在系统设计需要的情况下,它也能通过 USB 线缆获得能量。该智能卡接口模式 (SIM) 符合 ISO7816 智能卡接口标准;具有 16 字节深的 FIFO 传送和 32 字节深的 FIFO 接收;同时具有带中断功能的 SIM 卡识别特点。

龙珠蓝牙加速器 (BTA) 不仅仅提供基带处理器。它还将一个跳跃频率选择协同处理器与传送接收缓冲器结合起来,每一个都是 16 位宽,32 字深。它直接支持摩托罗拉、松下半导体和飞利浦半导体的外部蓝牙收发器。另外,它还具有蓝牙应用计时器和低功耗管理能力的特点。

多媒体卡 (Infineon 规格) 和安全数字 (MMC/SD) 主控制器磁心与 2.2 版本的 MMC

系统规格和 1.0 版本的 SD 存储卡规格相兼容。多媒体卡还利用 1/4 信道与 SD I/O 规格 0.8e 相兼容。该标准支持高达 10 个 MMC 卡和一个 SD。对于单独的非混合 MMC 卡, Infineon 规格达到 30 个单元。这个 MMC/SD 磁心支持热插拔卡功能, 数据速度达 20Mb/s 至 80Mb/s。

索尼的存储标准 - 存储棒(Memory Stick)主控制器(MSHC)磁心提供了一个内置的 8 字节(4 字组) FIFO 缓冲, 用于传输和接收、一个内置 CRC 电路、和一个通过阅读 FIFO 状态的 DMA 支持。该磁心的超时设置可以中断主处理器。它还具有检查插拔执行的检测和 16 位宽主总线接入的特点(不支持 8 位宽)。

对紧密快闪卡和 SmartMedia 卡的支持现在还是一个空缺。摩托罗拉现有的 PDA 客户使用的是 MMC 和索尼存储棒, 但紧密的快闪卡和 SmartMedia 卡与数字相机、桌面、和微型驱动器紧密相关。微型驱动器的使用也许会遭到反对意见, 这主要出于对能量消耗的考虑。如果龙珠能够提供相应的支持, 选择决定就会由 OEM 设计者和最终用户决定了。

多媒体

龙珠的多媒体加速器具有多累积(MAC)功能, 帮助进行 MP3 解码应用和余弦变换(DCT/iDCT)功能, 从而加速 MPEG4。在 200MHz 的 ARM 磁心状态下, 摩托罗拉估计的每秒百万条指令的损失小得惊人: 在 MP3 重放中为 10-15%, 对于 MPEG4, 则只有 10% 左右。其它的途径需要更高的频率以节约硅, 而能源耗散交换不能凭直觉判定, 摩托罗拉一定是注意到了这种可能性的存在。

两份技术报道就 MP3 的工作量交换了观点, 它们使用的 TI DSP 元器件对于相同的算法要求 50-100MHz 单循环 MAC 性能。ARM 网站认为它的 ARM9TDMI 要求 25MHz 的功率完成 MP3 的工作量, 这也许就是造成 10-15% 的低损耗的原因。摩托罗拉的设计者认为 ARM 本身就可以轻松地执行 MP3 和 MPEG4 解码, 而 MMA 更能够提高 CPU 的性能以提供更快的帧每秒速度。当 CPU 需要更低的芯片频率来降低功耗时, MMA 作为独立加速器的真实角色就会展现出来。最终, 众多优秀的数学技巧都可以用来优化一定结构中的工作量。您的利润增长指日可待。

视频端口模式支持来自 CMOS 影像器的外部输入。这个规格意味着获取的图像质量会比数字照相机的图像低, 产品定位则为无线视频通讯器。需要注意的是影像器模拟-数字的转换和前期处理的工作已在芯片外部完成。这是一个很好的策略, 减少了芯片中混合信号设计出现的问题, 当需要时可以增加频率。利用这一优势, 最终系统设计者有更大的自由空间, 可以独树一帜, 甚至使用 CCD 传感器。摩托罗拉同意芬兰的无线多媒体技术公司 Hantro 的 MPEG 4 多媒体数字信号编解码器使用在 MX1 中。

用户接口

龙珠的用户接口支持屏幕显示, 它具有触摸和手写识别功能, 还具有记忆显示输出功能。

模拟信号处理器(ASP)具有特点是: 2 个 A/D 转换器, 其一为 13 位分辨率和 12 位精确度($\pm 0.1\%$)、带有三个输入端的触屏和低电压电池检测、笔头取样的数据得到 12x16 深的 FIFO 支持和中断支持。第二个 A/D 转换器传递相同的分辨率和精确度, 同时利用两个 8x16 宽的 FIFO, 增加对 DMA 的支持。也许在每秒上千的取样中, 片上 A/D 转换器要比 CMOS 影像器或 CCD 传感器所需的器件出现的问题要少; 在视频方面, 这些器件可能每秒需要成百万的取样。ASP 芯片实现了对低电压管理的支持。

龙珠 MX1 液晶显示控制器(LCDC)覆盖广阔的频谱。它的起始可编程软件屏幕尺寸为 640x512。它支持每像素 4 位和无源彩色面板每像素 8 位以及 TFT 面板每像素 16 位, 每像素 16 位为 64K 彩色支持。芯片运用 128KB 嵌入 SRAM 进行屏幕更新和数据保留。它能够直接驱动日立、摩托罗拉、夏普、和东芝等厂家的备受欢迎的 LCD 驱动器, 并为 12 到 16 位 TFT 面板数据总线宽度提供支持。软件设计者将欣喜地发现它支持时钟硬件游标和背景

间的逻辑操作，同时还可以将主要存储作为显示存储使用。该 LCDC 同时支持硬件拍摄全景（通过软件的水平卷页显示）。一个用于图像的硬件透镜和一个用于文本、可格式化的透镜将会为该款优秀的规格锦上添花。

系统 I/O

芯片的标准系统 I/O 具有带中断性能的普通通用 I/O（GPIO）端口。多路接脚于各种不同的功能配置在一起以提高效率。由于摩托罗拉还未公布芯片的接脚分布，它的具体情况还不得而知。

脉冲宽度调制（PWM）磁心具有 4x16 宽的 FIFO，以此将中断频率降至最低，它还具有 16 位分辨率，并且提供声音和旋律生成。

系统服务

龙珠提供两个 32 位通用计数器/计时器和一个长达 64 秒、增量为 0.5 秒的监视器時計。它的实时时钟/取样時計被设定为 32kHz、32.768kHz 和 38.4MHz；可传送全部时钟性能，包括警报；并能够为操作系统需求以及数字化仪取样和键盘反跳产生中断。

系统控制

在系统控制区域中观察功率管理和引导存储器十分有趣。龙珠 MX1 功率管理的特性由可编程时钟合成器支持，这种时钟合成器使用 32.768kHz 或 38.4kHz 晶体用于全频控制。模组（芯片）可以单独关闭，也可以为最低功率的模式进行配置。操作系统将在很大程度上负责执行最适合手头工作的功率管理，同时期望能够留给最终用户一些控制自由。迄今还没有动态独立的功率管理被执行过；摩托罗拉正依靠它的 0.18 微米处理，带来高频和最低漏泄电流。即使在系统关闭时，漏泄电流同样会消耗电池能量；最大程度地减少漏泄可以有效地延长电池使用时间，降低充电频率。

启动程序模式支持系统设定初值和通过 UART 下载程序或数据。它能够将程序执行传送到主存储器中，并支持可选择数据的带宽，用于存储器和存储器映射设备。摩托罗拉在芯片上加入了少量 ROM'd 指令，从技术上将龙珠 MX1 置于微控制器类别中。

CPU

摩托罗拉的龙珠 MC9328MX1 使用 ARM920T 微处理磁心硬件，采用 0.18 微米工艺。该芯片将 16KB 指令和数据高速缓冲存储器隔离开，有望令高性能的 32 位装置以 200MHz 运行。它使用 ARM9TDMI 的 CPU，结合 ARM 法则，即以 16 位压缩指令集实现更小的占位面积。这个复合磁心通过高速缓冲锁定进一步加入了对用户和系统编码的混合负载的支持。高速缓冲器独立地与 256 字节（1/64 的高速缓冲器）的颗粒度单独锁定。除了确定高速缓冲器的尺寸大小，摩托罗拉的设计者还沿用了 ARM 的磁心规格。高速缓冲器上增加的数据可以从 ARM 手册中获得。

虚拟存储管理单元（VMMU）完成对软件开发和运行时间安全以及可靠性等方面的支持。摩托罗拉正在编写该芯片手册。摩托罗拉希望能够提供更多关于 VMMU 规格、同步高速缓冲以及因内容发生改变和经历 DMA（或 DVMA）而造成无效高速缓冲策略的详细资料。同时，摩托罗拉的设计者认为同步高速缓存和无效算法依赖于操作系统。我们的观点是：只要同步高速缓存通过无效方式执行，上述观点就成立，这是一种适于小型高速缓存、不太适于 16KB 高速缓存的方法。

总线、中断和存储

龙珠 MX1 使用 ARM 先进的微控制器总线结构（AMBA），即 SoC 多主总线接口。它利用 AHB（先进的高性能总线）-to-IP 接口与速度较慢的片上外围设备进行交流。中断控制器能够接受 63 次中断，这可以为 16 个中断源进行矢量优先。

这种 SDRAM 控制器（SDRAMC）带有两个独立的芯片选择，每个芯片选择皆高达 64MB，从而多少降低了对内部总体存储的限制。SDRAMC 与 PC 100 兼容，100MHz 的接

入时间为 8-1-1-1。在启动时间内，它具有 16 位和 32 位软件可配置性能。

多达 6 个的额外芯片选择可以用在芯片外部的设备上，每个都有 16MB 的地址空间，而用于 ROM 芯片选择的地址空间更高达 32MB。芯片选择具有可编程保护，总线宽度和等待状态。

平台比较

龙珠 MX1 的高集成度使其与更大、更昂贵的完整平台：PC 有了可比性。鉴于比较，我们给 PC 的配置是最流行的外部设备。这种刻意的比较旨在表现摩托罗拉的片上集成系统所带来的尖端技术。

条目	PC	龙珠 MX1
主处理器	×	×
高速缓冲存储器	×	×
存储器管理单元 (MMU)	×	×
存储控制器	×	×
动态存储器	×	-
图像或同类器件	×	×
声卡或支持	×	×
只读存储器(ROM)	×	×
快闪存储器	×	-
日历时钟	×	×
串行端口	×	×
平行端口或通用	×	×
USB	×	×
以太网或调制解调器	×	-
鼠标或触卡	×	×
键盘或软键	×	×
CD/DVD 驱动器	×	-
紧密快闪接口	-	-
Smartmedia 卡接口	-	-
多媒体卡接口	-	×
存储棒接口	-	×
软盘驱动器	×	-
智能卡接口	-	×
12S 接口	-	×
12C 接口	-	×
视频端口	-	×
A/D 支持	-	×
蓝牙加速器	-	×
多媒体支持	×	×
风扇	×	-

硬件规格

输入输出电压：1.62v ~ 1.98v

芯片电压：1.62v ~ 1.98v

256 接脚 PBGA , 14mm x 14mm x 1.3mm ; 0.8 点距

关于 MX1 的详细资料 , 感兴趣的读者可以参考 <http://www.motorola.com.cn/semiconductors/>。

What is Bootstrap Mode?

- ? An operation mode which allow you to initialize a target system and download program to the target system ' s RAM through the UART port.
- ? Enable a simple debugging environment.
- ? A channel download programs to Flash.

Features:

- ? Accepts execution commands to run programs stored in sys.memory.
- ? Supports memory/register R/W (byte, half word or word).
- ? Provides a 4 words instruction buffer for ARM920 instruction storage and execution.

