



第 1 章 ARM 系列微处理器简介

1.1 什么是 ARM

ARM (Advanced RISC Machines) 有三种含义，它是一个公司的名称，是一类微处理器的通称，还是一种技术的名称。

ARM 公司是微处理器行业的一家知名企业，设计了大量高性能、廉价、低耗能的 RISC (Reduced Instruction Set Computing, 精简指令集计算机处理器) 芯片，并开发了相关技术和软件。ARM 处理器具有性能高、成本低和能耗低的特点，适用于嵌入式控制、消费/教育类多媒体、DSP 和移动式应用等领域。

ARM 公司本身不生产芯片，靠转让设计许可，由合作伙伴公司来生产各具特色的芯片。ARM 这种商业模式的强大之处在于其价格合理，它在全世界范围的合作伙伴超过 100 个，其中包括许多著名的半导体公司。ARM 公司专注于设计，设计的芯片内核耗电少，成本低，功能强，特有 16/32 位双指令集。ARM 已成为移动通信、手持计算和多媒体数字消费等嵌入式解决方案的 RISC 实际标准。

1.1.1 ARM 公司历史

1990 年 11 月 ARM 公司成立于英国，原名 Advanced RISC Machine 有限公司，是苹果电脑、Acorn 电脑集团和 VLSI Technology 的合资企业。Acorn 曾推出世界首个商用单芯片 RISC 处理器，而苹果电脑当时希望将 RISC 技术应用于自身系统，ARM 微处理器新标准因此应运而生。ARM 公司成功地研制了首个低成本 RISC 架构，迅速在市场上崭露头角。与此同时，RISC 结构的竞争对手都着眼于提高性能，发展适合高端工作站处理器的 RISC 结构。

1991 年 ARM 公司推出首个嵌入式 RISC 核心——ARM6™系列处理器后不久，VLSI 率

先获得授权，一年后夏普和 GEC Plessey 也成为授权用户。1993 年德州仪器和 Cirrus Logic 也签署了授权协议。从此 ARM 公司的知识产权产品和授权用户都急剧增多。1993 年 Nippon Investment and Finance (NIF) 成为 ARM 公司股东后，ARM 公司开始向全球拓展，分别在亚洲、北美洲和欧洲设立了办事处。1998 年 4 月 ARM 公司在伦敦证券交易所和纳斯达克交易所上市。

ARM 公司现已发展成为一家全球性大公司，公司在英国、法国和美国设有研发中心，在中国、法国、德国、日本、韩国、以色列、英国和美国建立了销售、行政和技术支持办事处。ARM 中国—安谋咨询上海有限公司于 2002 年 7 月成立。

1.1.2 ARM 的商业模式

ARM Holdings (伦敦证交所: ARM; 纳斯达克: ARMHY) 在半导体革新过程中初露峥嵘，被 Dataquest 誉为世界第一的知识产权供应商。20 世纪 90 年代初，ARM 公司率先推出 32 位 RISC 微处理器芯片系统 (SoC) 知识产权公开授权概念。ARM 公司通过出售芯片技术授权而非生产或销售芯片，建立起新型的微处理器设计、生产和销售商业模式。采用 ARM 技术的微处理器遍及各类电子产品，在汽车电子、消费娱乐、成像、工业控制、网络、存储安保和无线等领域 ARM 技术无处不在。

ARM 公司知识产权授权用户众多，其中包括世界顶级的半导体公司。全球 20 家最大的半导体厂商中有 19 家是 ARM 公司的用户。这些合作伙伴通过使用 ARM 公司低价、高效的 IP 核技术研制生产微处理器、外围设备和系统芯片。迄今这些厂商共发售了超过 10 亿个 ARM 微处理器内核。

为支持和增补 ARM 公司的现有 RISC 微处理器内核和 SoC IP，公司开发了功能强大的软件。ARM 公司的伙伴企业能够获得各种基于软件的 IP、操作系统端口和软件设计服务，从而大大降低产品开发风险，缩短上市时间。

首先是 ARM PrimeXsys 平台。这是一种取出即用的 IP，以平台的形式为专门应用提供支持。第一个 PrimeXsys 平台是 2001 年 9 月推出的 PrimeXsys Wireless 平台。它是一个高集成度的可扩展平台，包含了所有必需的硬件、软件和集成工具。ARM 公司的伙伴企业可以利用这个平台轻松开发一系列基于 ARM 处理器的面向应用的设备，既迅速，风险又低。

ARM 公司推出的另一新技术是 Jazelle，这项技术能将 Java 技术和全球领先的 32 位嵌入式 RISC 结构结合在一起，使平台开发人员能够在同一处理器上与现有操作系统、中间软件和应用编码同时运行 Java 应用程序，从而提高性能，降低系统成本，比协处理器和双处理器解决方案能耗更低。

1.2 ARM 体系结构的命名规则

ARM 体系结构是 CPU 产品所使用的一种体系结构，ARM 公司开发了一套拥有知识产

权的 RISC 体系结构的指令集。每个 ARM 处理器都有一个特定的指令集架构，而一个特定的指令集架构又可以由多种处理器实现。

特定的指令集架构随着嵌入式市场的发展而发展。由于所有产品均采用一个通用的软件体系，所以相同的软件可在所有产品中运行（理论上如此）。

ARM 产品通常以 ARM 【x】【y】【z】【T】【D】【M】【I】【E】【J】【F】【-S】形式出现。表 1.1 显示了 ARM 体系结构的命名规则中这些后缀的具体含义。

表 1.1 ARM 体系结构的命名规则

后缀变量	含义
x	系列，号如 ARM7、ARM9
y	存储管理/保护单元
z	Cache
T	Thumb16 位译码器
D	JTAG 调试器
M	快速乘法器
I	嵌入式跟踪宏单元
E	增强指令（基于 TDMI）
J	Jazelle 加速
F	向量浮点单元
S	可综合版本

另外，还有一些附加的要点：

① ARM7TDMI 之后的所有 ARM 内核，即使“ARM”标志后没有包含“TDMI”字符，也都默认包含了 TDMI 的功能特性；

② JTAG 是由 IEEE 1149.1 标准测试访问端口和边界扫描结构来描述的，它是 ARM 用来发送和接收处理器内核与测试仪器之间调试信息的一系列协议；

③ 嵌入式 ICE 宏单元是建立在处理器内部用来设置断点和观察点的调试硬件；

④ 可综合，意味着处理器内核是以源代码形式提供的。这种源代码形式可被编译成一种易于 EDA 工具使用的形式。

1.3 初识 ARM 系列处理器

ARM 处理器当前有 6 个产品系列：ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10E、ARM11 和 SecurCore，其中 ARM11 为最近推出的产品。进一步的产品来自于合作伙伴，例如 Intel Xscale ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10E 是 4 个通用处理器系列。每个系列提供一套特定的性能来满足设计者对功耗、性能、体积的需求。SecurCore 是第 5 个产品系列，是专门为安全设备而设计的。

表 1.2 总结了 ARM 各系列处理器所包含的不同类型。

表 1.2 ARM 各系列处理器所包含的不同类型

ARM 系列	包含类型
ARM7 系列	ARM7EJ-S ARM7TDMI ARM7TDMI-S ARM720T
ARM9/9E 系列	ARM920T
续表	
ARM 系列	包含类型
ARM9/9E 系列	ARM922T ARM926EJ-S ARM940T ARM946E-S ARM966E-S ARM968E-S
向量浮点运算 (Vector Floating Point) 系列	VFP9-S VFP10
ARM10E 系列	ARM1020E ARM1022E ARM1026EJ-S
ARM11 系列	ARM1136J-S ARM1136JF-S ARM1156T2(F)-S ARM1176JZ(F)-S ARM11 MPCore
SecurCore 系列	SC100 SC110 SC200 SC210
其他合作伙伴产品	StrongARM XScale Cortex-M3 MBX

本节简要介绍 ARM 各个系列处理器的特点。

1.3.1 ARM7 系列

ARM7 内核采用冯·诺伊曼体系结构，数据和指令使用同一条总线。内核有一条 3 级流水线，执行 ARMv4 指令集。

ARM7 系列处理器主要用于对功耗和成本要求比较苛刻的消费类产品。其最高主频可以

到达 130MIPS (MIPS 指每秒执行的百万条指令数)。ARM7 系列包括 ARM7TDMI、ARM7TDMI-S、ARM7EJ-S 和 ARM720T 4 种类型, 主要用于适应不同的市场需求。

ARM7 系列处理器主要具有以下特点:

- 成熟的大批量的 32 位 RISC 芯片;
- 最高主频到达 130MIPS;
- 功耗低;
- 代码密度高, 兼容 16 位微处理器;
- 开发工具多、EDA 仿真模型多;
- 调试机制完善;
- 提供 0.25 μm 、0.18 μm 及 0.13 μm 的生产工艺;
- 代码与 ARM9 系列、ARM9E 系列以及 ARM10E 系列兼容。

1.3.2 ARM9 系列

ARM9 系列于 1997 年问世。由于采用了 5 级指令流水线, ARM9 处理器能够运行在比 ARM7 更高的时钟频率上, 改善了处理器的整体性能; 存储器系统根据哈佛体系结构 (程序和空间独立的体系结构) 重新设计, 区分了数据总线和指令总线。

ARM9 系列的第一个处理器是 ARM920T, 包含独立的数据指令 Cache 和 MMU。此处理器能够被用在要求有虚拟存储器支持的操作系统上。此系列的 ARM922T 是 ARM920T 的变种, 只有一半大小的数据指令 Cache。

ARM940T 包含一个更小的数据指令 Cache 和一个 MPU。它是针对不要求运行操作系统的应用而设计的。ARM920T、ARM940T 都执行 v4T 架构指令。

1.3.3 ARM9E 系列

ARM9 系列的下一个处理器是基于 ARM9E-S 内核的。这个内核是 ARM9 内核带有 E 扩展的一个可综合版本。它有 ARM946E-S 和 ARM966E-S 两个变种。两者都执行 v5TE 架构指令。它们也支持可选的嵌入式跟踪宏单元, 支持开发者实时跟踪处理器上指令和数据的执行。当调试对时间敏感的程序段时, 这种方法非常重要。

ARM946E-S 包括 TCM、Cache 和一个 MPU。TCM 和 Cache 的大小可配置。该处理器是针对要求有确定的实时响应的嵌入式控制而设计的。ARM966E-S 有可配置的 TCM, 但没有 MPU 和 Cache 扩展。

ARM9 系列的 ARM926EJ-S 内核为可综合的处理器内核, 发布于 2000 年。它是针对小型便携式 Java 设备, 诸如 3G 手机和 PDA 应用而设计的。ARM926EJ-S 是第一个包含 Jazelle 技术, 可加速 Java 字节码执行的 ARM 处理器内核。它还有一个 MMU、可配置的 TCM 以及具有零或非零等待存储器的数据/指令 Cache。

1.3.4 ARM10 系列

ARM10 发布于 1999 年, 具有高性能、低功耗的特点。它所采用的新的体系使其在所有

ARM 产品中具有最高的 MIPS/MHz。它将 ARM9 的流水线扩展到 6 级，也支持可选的向量浮点单元 VFP，对 ARM10 的流水线加入了第 7 段。VFP 明显增强了浮点运算性能并与 IEEE 754.1985 浮点标准兼容。

ARM10E 系列处理器采用了新的节能模式，提供了 64 位的 Load/Store 体系，支持包括向量操作的满足 IEEE 754 的浮点运算协处理器，系统集成更加方便，拥有完整的硬件和软件开发工具。ARM10E 系列包括 ARM1020E、ARM1022E 和 ARM1026EJ-S 3 种类型。

1.3.5 ARM11 系列

ARM1136J-S 发布于 2003 年，是针对高性能和高能效而设计的。ARM1136J-S 是第一个执行 ARMv6 架构指令的处理器。它集成了一条具有独立的 Load/Store 和算术流水线的 8 级流水线。ARMv6 指令包含了针对媒体处理的单指令流多数据流扩展，采用特殊的设计改善视频处理能力。

1.3.6 SecurCore 系列

SecurCore 系列处理器提供了基于高性能的 32 位 RISC 技术的安全解决方案。SecurCore 系列处理器除了具有体积小、功耗低、代码密度高等特点外，还具有它自己特别优势，即提供了安全解决方案支持。下面总结了 SecurCore 系列的主要特点：

- ① 支持 ARM 指令集和 Thumb 指令集，以提高代码密度和系统性能；
- ② 采用软内核技术以提供最大限度的灵活性，可以防止外部对其进行扫描探测；
- ③ 提供了安全特性，可以抵制攻击；
- ④ 提供面向智能卡和低成本的存储保护单元 MPU；
- ⑤ 可以集成用户自己的安全特性和其他的协处理器。

SecurCore 系列包含 SC100、SC110、SC200 和 SC210 4 种类型。

1.3.7 其他系列处理器

StrongARM 处理器最初是 ARM 公司与 Digital Semiconductor 公司合作开发的，现在由 Intel 公司单独许可。在低功耗、高性能的产品中应用很广泛。它是哈佛架构的，具有独立的数据和指令 Cache，有 MMU (Memory Management Unit)。StrongARM 是第一个包含 5 级流水线的高性能 ARM 处理器，但它不支持 Thumb 指令集。

Intel 公司的 Xscale 是 Strong ARM 的后续产品，在性能上有显著改善。它执行 v5TE 架构指令，也是哈佛结构的，类似于 StrongARM 也包含一个 MMU。

1.3.8 Cortex - M3 和 MPCore

为了适应市场的需要，ARM 推出了两个新的处理器：Cortex-M3 和 MPCore。Cortex-M3 主要针对微控制器市场，而 MPCore 主要针对高端消费类产品。

Cortex-M3 改进了代码密度，减少了中断延时并有更低的功耗。Cortex-M3 中实现了最新

了 Thumb-2 指令集。MPCore 提供了 Cache 一致性，每个支持 1~4 个 ARM11 核，这种设计为现代消费类产品对性能和功耗的需求作了很好的平衡。ARM 还引入了 L2Cache 控制器来改进系统的整体性能。

1.4 ARM 系列处理器的应用领域

1.4.1 ARM7 系列

ARM7 系列处理器主要应用于下面一些场合：

- 个人音频设备（MP3 播放器、WMA 播放器、AAC 播放器）；
- 接入级的无线设备；
- 喷墨打印机；
- 数码照相机；
- PDA。

1.4.2 ARM9 系列

ARM9 系列处理器具体应用于下面一些场合：

- 下一代无线设备，包括视频电话和 PDA 等；
- 数字消费品，包括机顶盒、家庭网关、MP3 播放器和 MPEG4 播放器；
- 成像设备，包括打印机、数码照相机和数码摄像机；
- 汽车、通信和信息系统。

1.4.3 ARM9E 系列

ARM9E 系列处理器具体应用于下面一些场合：

- 下一代无线设备，包括视频电话和 PDA 等；
- 数字消费品，包括机顶盒、家庭网关、MP3 播放器和 MPEG4 播放器；
- 成像设备，包括打印机、数码照相机和数码摄像机；
- 存储设备，包括 DVD 或 HDD 等；
- 工业控制，包括电机控制等；
- 汽车、通信和信息系统的 ABS 和车体控制；
- 网络设备，包括 VoIP、WirelessLAN 和 xDSL 等。

1.4.4 ARM10E 系列

ARM10E 系列处理器具体应用于下面一些场合：

- 下一代无线设备，包括视频电话和 PDA、笔记本电脑和互联网设备；

- 数字消费品，包括机顶盒、家庭网关、MP3 播放器和 MPEG4 播放器；
- 成像设备，包括打印机、数码照相机和数码摄像机；
- 汽车、通信和信息系统等；
- 工业控制，包括马达控制等。

1.4.5 SecureCore 系列

SecureCore 系列处理器主要应用于一些安全产品及应用系统，包括电子商务、电子银行业务、网络、移动媒体和认证系统等。

1.5 ARM 芯片的特点与选型

1.5.1 不同系列处理器间的比较

表 1.3 显示了 ARM7、ARM9、ARM10 及 ARM11 内核之间属性的比较。有些属性依赖于生产过程和工艺，具体芯片需参阅其芯片手册。

表 1.3 ARM 系列处理器属性比较

项 目	ARM7	ARM9	ARM10	ARM11
流水线深度	3 级	5 级	6 级	8 级
典型频率 (MHz)	80	150	260	335
功耗 (mw/ MHz)	0.06	0.19 (+Cache)	0.5 (+Cache)	0.4 (+Cache)
MIPS/ MHz	0.97	1.1	1.3	1.2
架构	冯•诺伊曼	哈佛	哈佛	哈佛
乘法器	8×32	8×32	16×32	16×32

表 1.4 总结了各种处理器的不同功能。

表 1.4 ARM 处理器不同功能特性

CPU 核	MMU/MPU	Cache	Jazelle	Thumb	指令集	E
ARM7TDMI	无	无	否	是	v4T	否
ARM7EJ-S	无	无	是	是	v5TEJ	是
ARM720T	MMU	统一 8KBCache	否	是	v4T	否
ARM920T	MMU	独立 16KB 指令和数据 Cache	否	是	v4T	否
ARM922T	MMU	独立 8KB 指令和数据 Cache	否	是	v4T	否
ARM926EJ-S	MMU	Cache 和 TCM 可配置	是	是	v5TEJ	是
ARM940T	MPU	独立 4KB 指令和数据 Cache	否	是	v4T	否
ARM946E-S	MPU	Cache 和 TCM 可配置	否	是	v5TE	是

ARM966E-S	无	Cache 和 TCM 可配置	否	是	v5TE	是
ARM1020E	MMU	独立 32KB 指令和数据 Cache	否	是	v5TE	是
ARM1022E	MMU	独立 16KB 指令和数据 Cache	否	是	v5TE	是
ARM1026EJ-S	MMU	Cache 和 TCM 可配置	是	是	v5TE	是
ARM1036J-S	MMU	Cache 和 TCM 可配置	是	是	v6	是
ARM1136JF-S	MMU	Cache 和 TCM 可配置	是	是	v6	是

1.5.2 ARM 芯片的选型

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，开发人员在选择方案时会有一定的困难。所以对 ARM 芯片做对比研究是十分必要的。

1. ARM 芯片选择的一般原则

从应用角度看，在选择 ARM 芯片时应从以下几个方面考虑。

(1) ARM 芯核

如果希望使用 Windows CE 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 0.97MIPS/MHz，常见的 ARM7 芯片系统主时钟为 20~133MHz，ARM9 的处理速度为 1.1MIPS/MHz，常见的 ARM9 的系统主时钟为 100~233MHz，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。

(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。表 1.5 列出了内置存储器的 ARM 芯片。

表 1.5 内置存储器的 ARM 芯片

芯片型号	供应商	Flash 容量	ROM 容量	SDAM 容量
AT91F40162	ATMEL	2MB	256KB	4KB
AT91FR4081	ATMEL	1MB		128KB
SAA7750	Philips	384KB		64KB
PUC3030A	Micornas	256KB		56KB

HMS30C7272	Hynix	192KB		
LC67F500	Snayo	640KB		32KB

(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。表 1.6 显示了内置 USB 控制器的 ARM 芯片。

表 1.6 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
ML67100	ARM7TDMI	OKI	1	0	0
ML7051LA	ARM7TDMI	OKI	1	0	0
SA-1100	StrongARM	Intel	1	0	0

续表

芯片型号	ARM 内核	供应商	USB Slave	USB Host	IIS 接口
LH7979531	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自己定义的中断控制器，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地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，并且可以选择上升沿、下降沿、高电平和低电平 4 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高电平中断，这样在接收红外线信号

的场合必须用查询方式，浪费大量 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

这是一个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。

(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 64KB 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。

(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。为某些特殊应用设计的 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 机通信或用 Angel 进行调试。一般的 ARM 芯片通信波特率为 115200bit/s，少数专为蓝牙技术应用设计的 ARM 芯片的 UART 通信波特率可以达到 920kbit/s，如 Linkup 公司 L7205。

(15) DSP 协处理器

表 1.7 总结了 ARM+DSP 结构的 ARM 芯片。

表 1.7 ARM+DSP 结构的 ARM 芯片

芯片型号	供应商	DSP Core	DSP MIPS	应用
TMS320DSC2X	TI	16bit C5000	500	数码照相机
Dragonball MX1	Motorola	24bit 56000		MP3 播放器
SAA7750	Philips	24bit EPIC	73	CD-MP3

VWS22100	Philips	16bit OAK		GSM
STLC1502	ST	D950	52	VoIP
GMS30C3201	Hynix	16bit Piccolo		
AT75C220	ATMEL	16bit OAK	40	
AT75C310	ATMEL	16bit OAK		
AT75C320	ATMEL	16bit OAK	40×2	
L7205	Linkup	16bit Piccolo	60×2	无线应用
L7210	Linkup	16bit Piccolo		
Quatro	OAK	16bit OAK		

(16) 内置 FPGA

有些 ARM 芯片内置有 FPGA，适合于通信等领域。表 1.8 总结了 ARM+FPGA 结构的 ARM 芯片。

表 1.8 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	100000	484
EPXA4	Altera	ARM922T	400000	672
EPXA10	Altera	ARM922T	1000000	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) 接口，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。

(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) 分离出来的专门致力于高速通信芯片设计生产的 MinSpeed 公司在其多款高速通信芯片中集成了 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 芯核和 Motorola 的 56K DSP 芯核等。见表 1.7。

(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 1.8。

3. 选择方案举例

表 1.9 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能不是最佳的了。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，以找出最适合的芯片。

表 1.9 最佳应用方案推荐

应用	第一方案	第二方案	备注
高档 PDA	S3C2410	Dragon ball MX1	
便携 CD MP3 播放器	SAA7750		USB 和 CDROM 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
VoiceOver IP	STLC1502		
数码照相机	TMS320DSC24	TMS320DSC21	内置高速图像处理 DSP

续表

应用	第一方案	第二方案	备注
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+DSP 核

1.6 ARM 开发工具

用户选用 ARM 处理器开发嵌入式产品时，选择合适的开发工具可以加快开发进度，节省开发成本。根据功能不同，ARM 应用软件的开发工具分别有编译软件、汇编软件、连接软件、调试软件、评估板、JTAG 仿真器和在线仿真器等，目前世界上大约有四十多家公司提供以上不同种类的开发产品。

Realview 系列开发工具的英文全称为 Realview Developer Suite，是 ARM 公司 (www.arm.com) 为方便用户在 ARM 芯片上进行应用软件开发而推出的一整套集成开发工具。该套工具包括软件开发套件和硬件仿真工具。经过 ARM 公司逐年的维护和更新，目前的最新版本为 3.0。

ARM RVDS 起源于 ARM ADS (ARM Developer Suite)，它对一些 ADS 的模块进行了增强并替换了一些 ADS 的组成部分。它支持几乎所有的 ARM 处理器，包括最新的 ARMv6 体系结构。支持的操作系统除了 Windows 外，还有 Linux。

ARM RVDS 主要包括以下几部分。

1. Realview compilation Tools

Realview compilation Tools 由编译器、汇编器和连接器组成。ARM 公司针对 ARM 系列每一种结构都进行了专门的优化和处理，这一点除了作为 ARM 结构的设计者 ARM 公司外，其他公司都无法办到。

Realview compilation Tools 主要包括以下组件：

- ARM/Thumb 汇编器 `armasm`;
- 连接器 `armlink`;
- 格式转换工具 `fromelf`;
- 库管理器 `armar`;
- C 和 C++ 应用程序库;
- 工程管理。

这些工具的使用过程如图 1.1 所示。

以上工具为命令行开发工具，同时也被集成在它的 IDE 开发环境中。

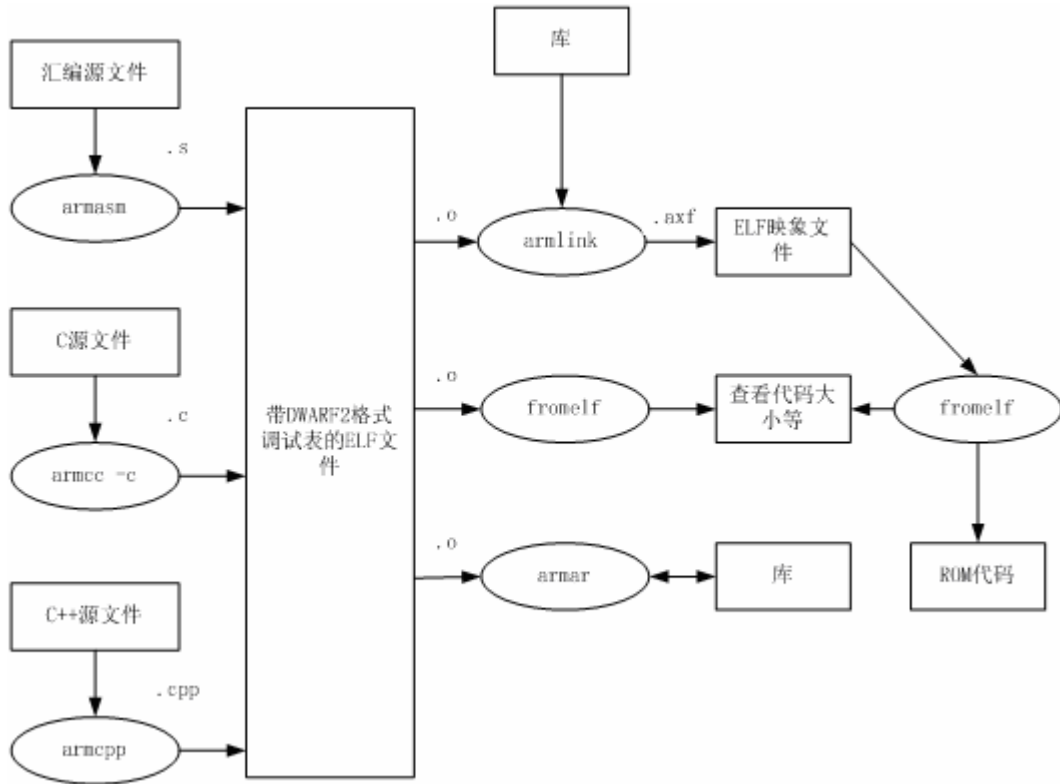


图 1.1 ARM 开发工具组件使用过程

2. 集成开发环境

(1) CodeWarrior

CodeWarrior 是 Metrowerks 公司一套比较著名的集成开发环境，是一个直观、易用的环境，集成了很多 ARM 开发工具。CodeWarrior 界面风格独特，如图 1.2 所示。

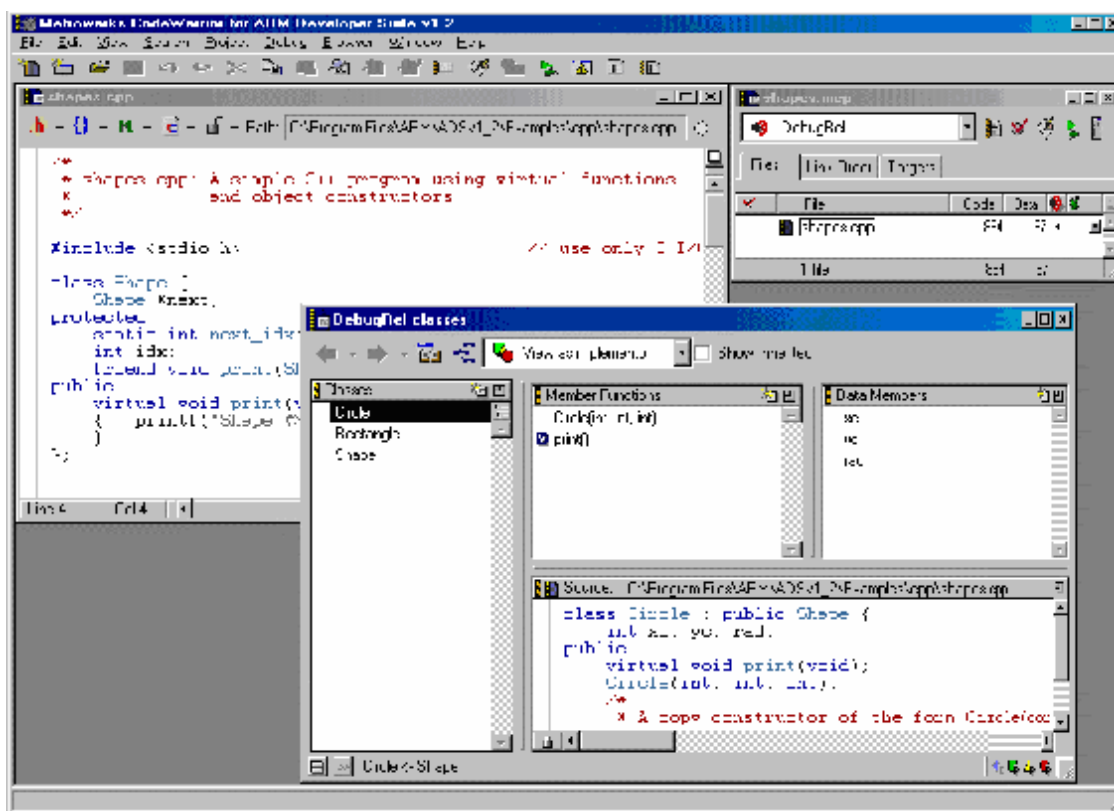


图 1.2 CodeWarrior 集成开发环境

CodeWarrior 包含项目管理、代码生成、语法敏感编辑器、C/C++源文件浏览器、类浏览器以及文件比较器等。项目管理有直观的 GUI，可以通过隐藏底层目录结构来简单地管理复杂的项目。强大的内置编辑器是编写软件的理想工具。可配置的接口让用户可以根据喜好裁减外形，以提高效率。

(2) AXD

AXD 即 ARM 扩展调试器 (ARM extended Debugger) 是运行在主机上的嵌入式开发调试工具。其界面如图 1.3 所示。

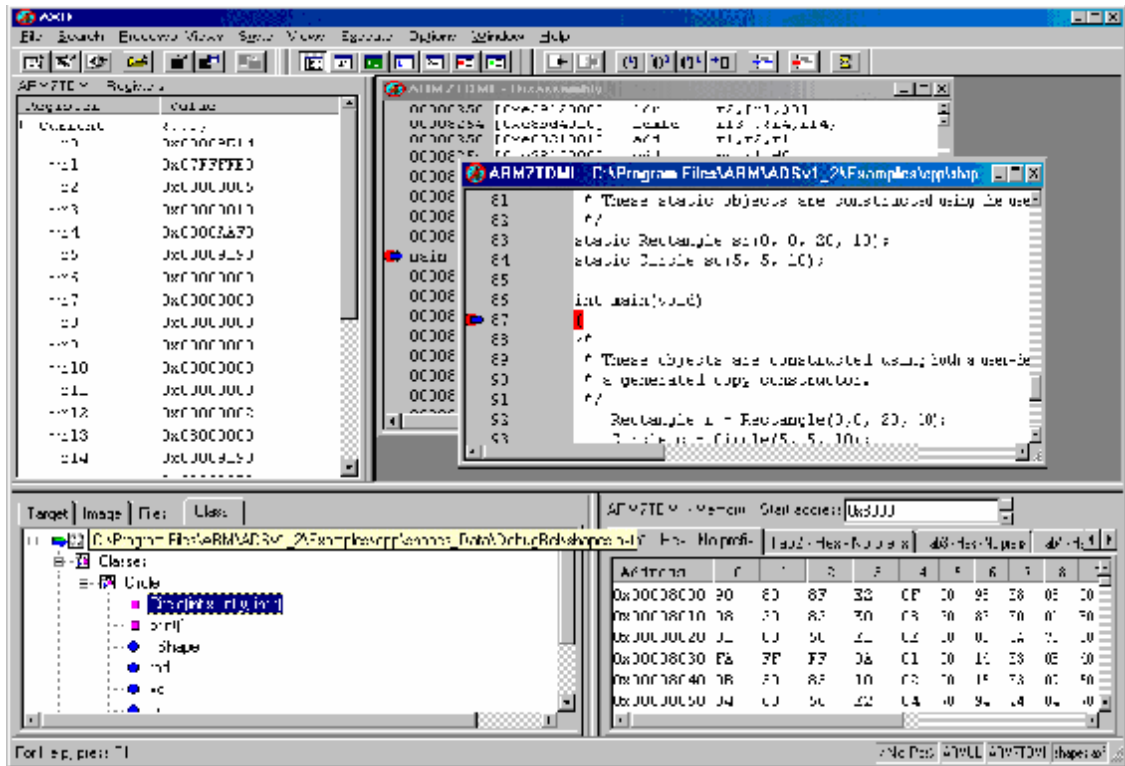


图 1.3 AXD 图形界面

AXD 包含新型的 GUI、图形窗口管理、数据显示、命令行接口等组件。它使用户不用改变调试器就可以选择不同的调试目标，如 ARMulator、Angel 或 Multi_ICE 等，扩展了 ARM 调试目标接口。

3. Multi_ICE

Multi_ICE 是 ARM 公司自己的 JTAG 仿真器，其 JTAG 链时钟可以设置为 5kHz~10MHz。它支持 ARM7、ARM9、ARM9E、ARM10 等 ARM 系列处理器。

Multi_ICE 主要有以下特点。

- 快速的下载和单步速度；
- 用户控制的输入、输出位；
- 可编程的 JTAG 位传送速率；
- 开放的接口，允许调试非 ARM 核和 DSP；
- 网络连接到多个调试器。