



超值赠送

本书实例程序代码

ARM Cortex-M0

从入门实践到编程专家

周兴华 编著

- ARM Cortex-M0内核架构体系
- SPI总线特性及TFT显示驱动设计
- 电阻式触摸屏驱动设计
- 文件及电子书系统设计
- 无线收发模块NRF24L01驱动设计
- 数码相框及GUI设计
- RTX Kernel实时操作系统设计
- uCOS-II实时操作系统的移植设计



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

014035395

TP332.3
373

要 录 容 内

ARM Cortex-M0

从入门实践到编程专家

周兴华 编著



TP 332.3
p 373

 中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



北航

C1715338

内 容 提 要

本书以实践为主线,以生动实用且尽量短小的程序实例为灵魂,带领读者一步步地学习掌握ARM Cortex-M0的设计。内容包括ARM简介、C语言基础知识、Real View MDK开发环境使用、STM32F051x各单元基本特性及应用等。每章均带有具体的实验例程,这些例程实用性非常强,读者既可以直接在产品中使用,也可以进行改良升级。

本书的学习难度较低、实例丰富,非常适合作为大学工科类的本科、大中专院校或高职高专的电子技术、自动化、计算机科学及其他相关专业的培训教材,也可作为电子技术人员及单片机爱好者学习ARM的入门用书。

图书在版编目(CIP)数据

ARM Cortex-M0 从入门实践到编程专家 / 周兴华编著.
北京: 中国电力出版社, 2014.3

ISBN 978-7-5123-5240-7

I. ①A… II. ①周… III. ①微处理器—系统设计
IV. ①TP332

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 279346 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 3 月第一版 2014 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 41.625 印张 1025 千字

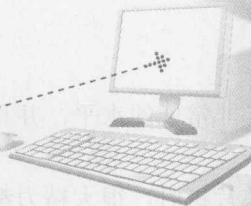
印数 0001—4000 册 定价 88.00 元 (1CD)

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

进入 21 世纪的头 10 年，电子技术及计算机技术的迅猛发展，使得手机以及其他电子产品迅速在世界普及，一种 32 位的全新架构微处理控制单元 ARM 也因此迅速发展壮大。ARM 英文全称 Advanced RISC Machines，是英国一家电子公司的名字，ARM 也可理解为是采用 ARM 技术开发的 RISC 处理器的通称。

传统的 CISC (Complex Instruction Set Computer，复杂指令集计算机) 体系由于指令集庞大，指令长度不固定，指令执行周期有长有短，使指令译码和流水线的实现在硬件上非常复杂，给芯片的设计开发和成本的降低带来了极大困难。例如，现在学校内所学的 8051 单片机就是采用 CISC 体系。

RISC (Reduced Instruction Set Computer，精简指令集计算机) 技术把设计重点放在了如何使计算机的结构更加简单合理以及提高运算速度上。RISC 结构优先选取使用频率最高的简单指令，避免复杂指令，将指令长度固定，指令格式和寻址方式种类减少，以控制逻辑为主，不用或少用微码控制等措施来达到上述目的。因此 RISC 结构的处理器的指令较少、运行速度快、抗干扰能力强。

目前 ARM 公司以全新的方式命名其产品系列，并以 Cortex 为前缀进行命名，而且每一个大的系列里又分为若干小的系列。

ARM Cortex 处理器采用全新的 ARMv7 架构，根据使用的对象不同，划分为以下三大系列：

Cortex-A 系列：开放式操作系统的高性能处理器；

Cortex-R 系列：实时应用的卓越性能；

Cortex-M 系列：成本敏感的微处理器应用。

在 Cortex-M 系列里，ARM 面向微处理器产业分别推出了 Cortex-M0/M3/M4 嵌入式处理器，大部分半导体厂商主要集中于 M3 内核的生产。Cortex-M4 是 M3 的升级版，与 M3 相比具备更高的信号处理能力；M0 则是 M3 的精简版，它以低价格（与 8 位控制器相当）进入市场，但是其超高的性能（每秒运行近 5000 万次）是 8 位控制器无法相比的，可以说，M0 的出现将抢占 8 位机的大部分市场，很有可能会终结 8 位机。

ARM 处理器的应用领域很广，由于运行快、性能强、功耗低，以前 8051 不能胜任的许多场所它均可一展身手，包含工业控制领域、无线通信领域、网络应用、消费类电子产品、成像和安全产品、移动互联网、3G 领域、科研及军事等。目前 ARM 微处理器约占据了 32 位 RISC 微处理器 75% 以上的市场份额。

从前学习单片机主要以 8051 为主，具有理解容易，学习方便等优点。现在 ARM 芯片及

开发套件的价格已经降到了非常低的水平，并且开发软件也非常友好。可以说，学习 ARM 的时代已经到来。

以前在学习开发 8 位单片机时，很大精力都要用在学习操作寄存器上。学习 ARM 时，由于其寄存器太多了，加之对 ARM 不熟悉，如果对着手册一个一个查很容易出错。即使是一个成熟的嵌入式工程师，也不希望占用很长的时间查手册。他们希望在芯片本身花尽可能少的时间。

出于这种考虑，ST 公司针对 ARM 芯片推出了库函数。所谓的库，就是针对 ARM 这个芯片，将寄存器的操作都写成函数，提供函数 API 给程序员。ST 公司保证这些函数的稳定性及正确性，使程序员从操作寄存器这项繁杂的工作中脱离出来。需要使用芯片某个模块时，只需要翻翻库的 API 调用方法，或者找找例程，就可以很轻松地用库里的函数操作某个模块。因此，本书的学习方法也是库函数操作方式的开发。

等到已经能够熟练地使用 ARM 时，因为有了全局观、经验和信心，再静下心来，挑个模块（例如 GPIO）研究库的实现、如何操作寄存器等，就不是什么难题了。

本书以初学者为对象，从零开始，循序渐进地讲解当前最热门的 ARM 设计知识，在介绍 STM32F051x 各单元基本特性的同时，使用入门难度浅、程序长度较短且又能立竿见影的初级实例，详细介绍了如何使用 STM32F051x 的片上资源，帮助初学者快速掌握 ARM 的设计知识。本书的实例均经作者实际测试实践，实用性非常强，读者既可以直接在产品中使用，也可以进一步进行改良升级。

随书所附的光盘中提供了本书所有的程序设计文件，读者朋友可参考使用。

限于作者水平有限，书中必定还存在不少缺点或漏洞，诚挚欢迎广大读者提出意见并不吝赐教。

如果读者朋友需要书中介绍的学习、实验器材或参加 ARM 的设计培训班，可与作者联系，联系方式如下：

地址：上海市闵行区莲花路 2151 弄 57 号 201 室

邮编：201103

联系人：周兴华

电话（传真）：021-64654216 13774280345

技术支持 E-mail: zxh2151@sohu.com

zxh2151@163.com

培训中心主页: <http://www.hlelectron.com> <http://www.zxhit.com>

编 者



目录

前言

第1章 ARM 简介	1
1.1 ARM 是什么	1
1.2 单片机 RISC 技术简介	1
1.3 ARM 处理器的发展	2
1.4 ARM 处理器的应用	5
1.5 ARM 处理器的优点	6
1.6 ARM 的优势	6
1.7 ARM 未来展望	7
第2章 ARM Cortex-M0 内核架构体系	8
2.1 ARM Cortex-M0 处理器 STM32F051x 特性和结构	8
2.2 ARM Cortex-M0-STM32F051x 存储器和外设寄存器边界映射	11
2.3 ARM Cortex-M0-STM32F051x 系统配置	14
2.4 ARM Cortex-M0-STM32F051x 系列中断控制	18
2.5 ARM Cortex-M0-STM32F051x 系列引脚封装	20
第3章 ARM Cortex-M0 开发方式及实践第一个入门程序	22
3.1 CMSIS 标准简介	22
3.2 ARM Cortex-M0 开发环境	24
3.3 ARM Cortex-M0 STM32F051x 实验设备	25
3.4 STM32F051x 系列开发过程的文件管理及项目设置	28
3.5 STM32F0x 开发流程	31
3.6 第一个 ARM Cortex-M0 STM32F051 入门程序	31
第4章 C 语言简介	39
4.1 C 语言的标识符与关键字	39
4.2 数据类型	40
4.3 常量、变量及存储方式	41
4.4 数组	41
4.5 C 语言的运算	44
4.6 流程控制	49

4.7 函数	53
4.8 指针	56
4.9 结构体	59
4.10 共用体	63
第5章 复位和系统时钟配置	66
5.1 复位	66
5.2 时钟	67
5.3 RCC 寄存器	72
5.4 闪亮 LED1 的第 1 个实验——关于寄存器读写操作的入门讲解 1	92
5.5 闪亮 LED1 的第 2 个实验——关于寄存器读写操作的入门讲解 2	95
第6章 通用 I/O 应用	100
6.1 通用 I/O 特点	100
6.2 GPIO 寄存器	106
6.3 I/O 口输出实验——闪亮 LED1 及 LED2	113
6.4 I/O 口输入输出实验——键控 LED 亮灭	117
第7章 中断和事件	123
7.1 嵌套向量中断控制器 (NVIC) 特点	123
7.2 外部中断和事件控制器 (EXTI)	124
7.3 外部和内部中断/事件线路映像	126
7.4 EXTI 寄存器	127
7.5 外部按键的中断测试实验	131
7.6 系统节拍定时器特性	134
7.7 系统节拍定时器应用实验——精确的延时	134
第8章 SPI 总线特性及 TFT 显示驱动	137
8.1 TFT-LCD 真彩液晶显示器简介	137
8.2 TFT-LCD 的信号连线功能	138
8.3 ILI9325 的几个重要寄存器及控制命令	138
8.4 TFT-LCD 显示的相关设置步骤	142
8.5 TFT-LCD 应用程序设计实验 1——使彩色液晶屏显示多种颜色及图形	142
8.6 同步串行外设接口 SPI 主要特点及扩展功能	155
8.7 SPI 功能描述	156
8.8 SPI 中断	161
8.9 SPI 寄存器	162
8.10 W25X16 SPI Flash 存储器	172
8.11 中英文显示的原理及相关知识介绍	187
8.12 中文字库的下载	188
8.13 ASCII 字库的制作	190

8.14 TFT-LCD 应用程序设计实验 2——使彩色液晶屏显示多种颜色 及中英文字符·····	191
第 9 章 通用同步异步串行收发器 USART	206
9.1 USART 功能·····	206
9.2 USART 中断·····	211
9.3 USART 寄存器·····	212
9.4 USART 实验 1·····	231
9.5 USART 实验 2·····	234
9.6 USART 实验 3·····	238
第 10 章 RTC 实时时钟	243
10.1 RTC 模块主要特性·····	244
10.2 RTC 初始化及配置·····	244
10.3 RTC 中断·····	245
10.4 RTC 寄存器·····	245
10.5 RTC 实时时钟实验·····	260
第 11 章 定时器和计数器	269
11.1 高级控制定时器 (TIM1)·····	269
11.2 TIM1 主要特性·····	269
11.3 TIM1 寄存器·····	270
11.4 通用定时器 (TIM2 和 TIM3)·····	292
11.5 TIM2 和 TIM3 主要功能·····	293
11.6 TIM2 和 TIM3 寄存器·····	293
11.7 通用定时器 (TIM14)·····	311
11.8 TIM14 主要特性·····	312
11.9 TIM14 寄存器·····	312
11.10 通用定时器 (TIM15/16/17)·····	321
11.11 TIM15 主要功能·····	322
11.12 TIM16 和 TIM17 主要特性·····	323
11.13 TIM15 寄存器·····	323
11.14 TIM16 和 TIM17 寄存器·····	340
11.15 基本定时器 (TIM6)·····	354
11.16 TIM6 主要特性·····	354
11.17 TIM6 寄存器·····	355
11.18 定时器/计数器实验 1·····	359
11.19 定时器/计数器实验 2·····	362
11.20 定时器/计数器实验 3·····	365

11.21	定时器/计数器实验 4	369
第 12 章	数模转换器 DAC	374
12.1	DAC 特点	374
12.2	DAC 功能设置	375
12.3	DAC 寄存器	377
12.4	DAC 实验	381
第 13 章	模数转换器 ADC	387
13.1	ADC 主要特性	388
13.2	ADC 功能及设置	389
13.3	转换的外部触发和触发极性 (EXTSEL, EXTEN)	392
13.4	数据对齐	393
13.5	温度传感器	393
13.6	电池电压监测	394
13.7	ADC 中断	394
13.8	ADC 寄存器	395
13.9	ADC 实验	405
第 14 章	DMA 控制器	408
14.1	DMA 主要特性	408
14.2	DMA 功能	409
14.3	DMA 寄存器	415
14.4	DMA 实验 1	420
14.5	DMA 实验 2	425
第 15 章	I²C 总线特性与应用	429
15.1	I ² C 的主要特点	429
15.2	I ² C 功能描述	429
15.3	I ² C 寄存器	438
15.4	I ² C 实验	452
第 16 章	比较器	454
16.1	比较器主要特性	454
16.2	比较器的寄存器	455
16.3	比较器实验	458
第 17 章	看门狗定时器特性与应用	466
17.1	独立看门狗 (IWWDG)	466
17.2	IWWDG 主要特性	466
17.3	IWWDG 功能	466

17.4	IWWDG 寄存器	468
17.5	窗口看门狗 (WWDG)	471
17.6	WWDG 主要特性	471
17.7	WWDG 功能	471
17.8	WWDG 寄存器	473
17.9	独立看门狗 IWWDG 实验	475
第 18 章 电阻式触摸屏原理及设计		479
18.1	低电压输入/输出触摸屏控制器 ADS7846 简介	479
18.2	ADS7846 工作原理	481
18.3	ADS7846 的控制字	483
18.4	笔中断接触输出	484
18.5	触摸屏实验	484
第 19 章 无线收发模块 NRF24L01 特点及使用		495
19.1	NRF24L01 主要特性	495
19.2	NRF24L01 的结构及引脚功能	495
19.3	NRF24L01 工作模式	496
19.4	NRF24L01 工作原理	497
19.5	配置字	497
19.6	无线收发实验	498
第 20 章 文件系统及电子书实验		511
20.1	FatFS 文件系统特点	511
20.2	FatFS 文件系统分析	511
20.3	FatFS 文件系统移植	513
20.4	SD 卡的初始化实验	517
20.5	SD 卡的文件系统实验	535
20.6	电子书实验	538
第 21 章 数码相框及 GUI 实验		547
21.1	简易数码相框的构成和图像文件的处理	547
21.2	数码相框实验	548
21.3	GUI 图形界面	550
21.4	GUI 实验	551
第 22 章 RTX Kernel 实时操作系统及其应用		569
22.1	RTX Kernel 实时操作系统概述	569
22.2	RTX Kernel 实时操作系统特点	570
22.3	RTX Kernel 实时操作系统的基本功能及进程间的通信	570

22.4	RTX Kernel 实时操作系统的任务管理	572
22.5	RTX Kernel 实时操作系统的库函数	574
22.6	时间间隔延迟实验	586
22.7	信号标志的发送/接收实验 (手动单步运行的实验)	588
22.8	信号标志的发送/接收实验 (自动单步运行的实验 1)	594
22.9	信号标志的发送/接收实验 (自动单步运行的实验 2)	599
22.10	中断信号标志的发送/接收实验	603
22.11	内存池及邮箱的实验 1	608
22.12	内存池及邮箱的实验 2	612
22.13	内存池及邮箱的实验 3	615
22.14	内存池及邮箱的实验 4	618
22.15	信号量的传送与接收实验	623
22.16	互斥体实验 1	625
22.17	互斥体实验 2	628
22.18	触摸屏实验	631
22.19	文件系统实验	634
22.20	数码相框实验	637
22.21	实现较复杂的控制实验	639

第 23 章 uCOS-II 实时操作系统的快速移植 645

23.1	uCOS-II 实时操作系统简介	645
23.2	uCOS-II 实时操作系统移植	646

参考文献 655

ARM 简介

1.1 ARM 是什么

ARM (Advanced RISC Machines) 是英国一家电子公司的名字, 该公司成立于 1990 年, 是苹果电脑、Acorn 电脑集团和 VLSI Technology 的合资企业。

ARM 也可以理解为是一种技术, ARM 公司是专门从事基于 RISC 技术芯片设计开发的公司, 作为知识产权供应商, 本身不直接从事芯片生产, 靠转让设计许可由合作公司生产各具特色的芯片, 世界各大半导体生产商从 ARM 公司购买其设计的微处理器核, 根据各自不同的应用领域, 加入适当的外围电路, 从而形成自己的 ARM 微处理器芯片进入市场。目前, 全世界几十家大半导体公司都在使用 ARM 公司的授权, 因此既使得 ARM 技术获得更多的第三方工具、制造、软件的支持, 又使整个系统成本降低, 使产品更容易进入市场被消费者所接受, 更具有竞争力。

ARM 还可以认为是采用 ARM 技术开发的 RISC 处理器的通称。ARM 微处理器已遍及工业控制、消费类电子产品、通信系统、网络系统、无线系统等各类产品市场, 基于 ARM 技术的微处理器应用约占据了 32 位 RISC 微处理器 75% 以上的市场份额, ARM 技术正在逐步渗入到我们生活的各个方面。

1.2 单片机 RISC 技术简介

传统的 CISC (Complex Instruction Set Computer, 复杂指令集计算机) 体系由于指令集庞大, 指令长度不固定, 指令执行周期有长有短, 使指令译码和流水线的实现在硬件上非常复杂, 给芯片的设计开发和成本的降低带来了极大困难。

随着计算机技术的发展需要不断引入新的复杂的指令集, 为支持这些新增的指令, 计算机的体系结构会越来越复杂。然而, 在 CISC 指令集的各种指令中, 其使用频率却相差悬殊, 大约有 20% 的指令会被反复使用, 占整个程序代码的 80%。而余下的 80% 的指令却不经常使用, 在程序设计中只占 20%, 显然这种结构是不太合理的。

针对这些明显的弱点, 1979 年美国加州大学伯克利分校提出了 RISC (Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集计算机) 的概念, RISC 并非只是简单地减少指令, 而是把着眼点放在了如何使计算机的结构更加简单合理地提高运算速度上。RISC 结构优先选取使用频率最高的简单指令, 避免复杂指令, 将指令长度固定, 指令格式和寻址方式种类减少, 以控制逻辑为主, 不用或少用微码控制等措施来达到上述目的。



加州大学伯克利分校的 Patterson 教授领导的研究生团队设计和实现了“伯克利 RISC I”处理器，他们在此基础之上又发展了后来 SUN 公司的 SPARC 系列 RISC 处理器，并使得采用该处理器的 SUN 工作站风靡一时。与此同时，斯坦福大学也在 RISC 研究领域取得了重大进展，开发并产业化了 MIPS (Million Instructions Per Second) 系列 RISC 处理器。

1.3 ARM 处理器的发展

1978 年 12 月 5 日，物理学家 Hermann Hauser 和工程师 Chris Curry，在英国剑桥创办了 CPU 公司 (Cambridge Processing Unit)，主要业务是为当地市场供应电子设备。

1979 年，公司改名为 Acorn 计算机公司。起初，Acorn 公司打算使用摩托罗拉公司的 16 位芯片，但是发现这种芯片速度慢、价格也贵。一台售价 500 英镑的机器，不可能使用价格 100 英镑的 CPU！于是他们转而向 Intel 公司索要 80286 芯片的设计资料，但是遭到拒绝，被迫自行研发。

ARM 的设计是 Acorn 电脑公司于 1983 年开始的开发计划。这个团队由 Roger Wilson 和 Steve Furber 带领，着手开发一种类似高级 6502 架构的处理器。Acorn 电脑有一大堆构建在 6502 处理器上的电脑，因此能设计出一颗类似的芯片即意味着对公司有很大的优势。

1985 年 4 月 26 日，Roger Wilson 和 Steve Furber 设计了他们自己的第一代 32 位、6MHz 的处理器，并且有了第一台 RISC 指令集的计算机“ARM1” (见图 1-1)，简称 ARM (Acorn RISC Machine)，这就是 ARM 这个名字的由来。该计算机由美国加州 San Jose VLSI 技术公司制造。

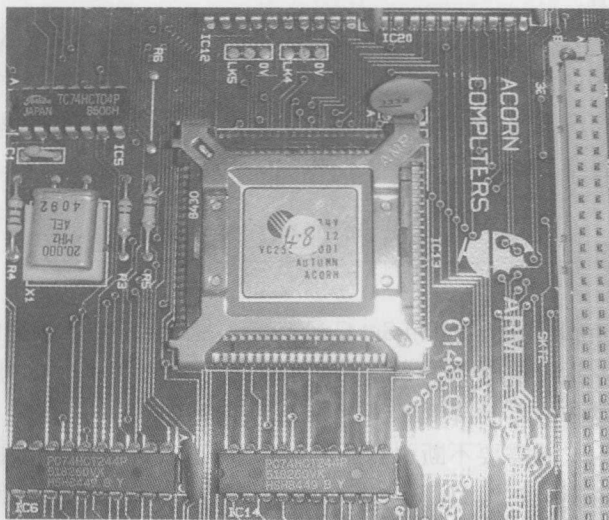


图 1-1 用在 BBC Micro 上的 ARM1 second processor

而首颗真正能量产的“ARM2”于次年投产。ARM2 具有 32 位的数据总线、26 位的寻址空间，并提供 64MB 的寻址范围与 16 个 32 位的暂存器。暂存器中有一个作为程序计数器，其前面 6 位和后面 2 位用来保存处理器状态标记 (Processor Status Flags)。ARM2 可能是全世界最简单实用的 32 位微处理器，仅容纳了 30 000 个晶体管 (六年后的摩托罗拉 68 000 包含了 70 000 个晶体管)，之所以精简的原因在于它不含微码 (这大概占了 68 000 的晶体管数

的约 1/4 至 1/3), 而且与当时大多数的处理器相同, 它没有包含任何的高速缓存。这个精简的特色使它只需消耗很少的电能, 却能发挥比 Intel 80286 更好的性能。后继的处理器“ARM3”则备有 4KB 的高速缓存, 使它能发挥更佳的性能。

20 世纪 80 年代后期, ARM 很快开发出 Acorn 的台式机产品, 形成英国的计算机教育基础。

1990 年 11 月 27 日, Acorn 公司正式改组为 ARM 计算机公司。苹果公司出资 150 万英镑, 芯片厂商 VLSI 出资 25 万英镑, Acorn 本身则以 150 万英镑的知识产权和 12 名工程师入股。公司的办公地点非常简陋, 为一个谷仓 (见图 1-2), 图 1-3 为工程师们当年在谷仓开会的场景。

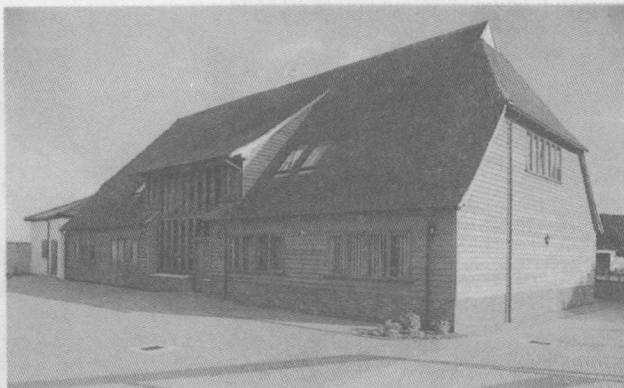


图 1-2 1990 年 ARM 公司的办公地点非常简陋, 为一个谷仓

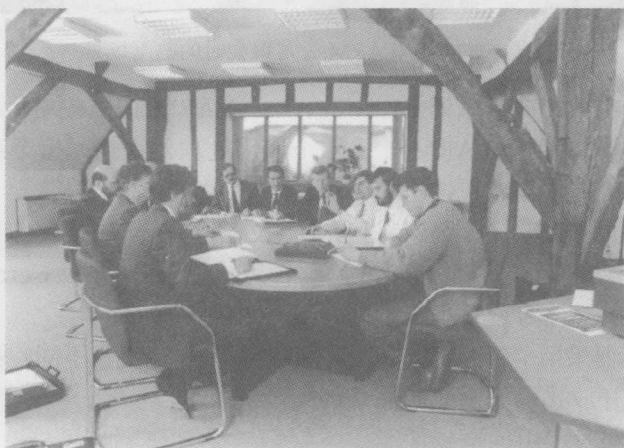


图 1-3 工程师们当年在谷仓开会的场景

初创时期的 ARM 没有商业经验和管理经验, 当然也没有世界标准这种远景, 运营资金紧张, 工程师人心惶惶, 最后 ARM 决定自己不生产芯片, 转而以授权的方式将芯片设计方案转让给其他公司, 即“Partnership”开放模式, 公司在 1993 年实现盈利, 1998 年在纳斯达克和伦敦证券交易所两地上市, 同年基于 ARM 架构芯片出货达 5000 万片。

ARM6 首版的样品在 1991 年发布, 然后苹果电脑使用 ARM6 架构的 ARM 610 作为他们 Apple Newton 产品的处理器。在 1994 年, 艾康电脑使用 ARM 610 作为他们个人电脑产品的处理器。

在这些改进之后, 内核部分却基本维持一样的大小——ARM2 有 30 000 颗晶体管, 而 ARM6 也只增长到 35 000 颗。主要概念是以 ODM 的方式, 使 ARM 核心能搭配一些选配的零



件而制成一颗完整的 CPU，而且可在当时的晶圆厂里制作并以低成本的方式达到较高的性能。

在 ARM 的发展历程中，从 ARM7 开始，ARM 核被普遍认可和广泛使用，1995 年 Strong ARM 问世，X Scale 是下一代 Strong ARM 芯片的发展基础，ARM10TDMI 是 ARM 处理器核中的高端产品，ARM11 是 ARM 家族中性能最强的一个系列。

进入 2000 年，开始受益于手机以及其他电子产品的迅速普及，ARM 系列芯片呈爆炸性增长，2001 年 11 月出货量累计突破 10 亿片，最成功的案例当属 ARM7，卖出了数亿片。2011 年基于 ARM 系列芯片年出货 79 亿片，年营业收入 4.92 亿英镑（合 7.85 亿美元），净利润 1.13 亿英镑。图 1-4 为 2004 年公司聚会时的热闹场景。



图 1-4 2004 年 ARM 公司聚会时的热闹场景

ARM 处理器当前有 6 个产品系列：ARM7、ARM9、ARM10、ARM11、SecurCore 和 Cortex。

ARM7、ARM9、ARM10 和 ARM11 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、性能和体积的需求。

SecurCore 是第 5 个产品系列，是专门为安全设备设计的。

进入 21 世纪后，ARM 公司以全新的方式命名其产品系列，并以 Cortex 为前缀进行命名，而且每一个大的系列里又分为若干小的系列。

ARM Cortex 处理器采用全新的 ARMv7 架构，根据使用的对象不同，划分为以下三大系列：

Cortex-A 系列：开放式操作系统的高性能处理器；

Cortex-R 系列：实时应用的卓越性能；

Cortex-M 系列：成本敏感的微处理器应用。

表 1-1 为 ARM 处理器内核列表。

表 1-1

ARM 处理器内核列表

架构	处理器家族
ARMv1	ARM1
ARMv2	ARM2、ARM3
ARMv3	ARM6、ARM7
ARMv4	StrongARM、ARM7TDMI、ARM9TDMI
ARMv5	ARM7EJ、ARM9E、ARM10E、XScale

续表

架 构	处 理 器 家 族
ARMv6	ARM11、ARM Cortex-M
ARMv7	ARM Cortex-A、ARM Cortex-M、ARM Cortex-R
ARMv8	尚未有商品问世。预计将会支持 64 位的数据与寻址。ARM Cortex-A50

目前,在 Cortex-M 系列里,ARM 面向微处理器产业分别推出了 Cortex-M0/M3/M4 三款嵌入式处理器。可以发现,大部分半导体厂商将产品重点聚集在 M3 这款内核上,有部分厂商已经开始尝试推出基于 M4 内核的产品。Cortex-M4 是 M3 的升级版,在 M3 原有功能的基础上继续加强,与 M3 相比具备更高的信号处理能力,适合对 MCU 有更高要求的市场;而 M0 则是 M3 的精简版,以前有很多用户使用 M3,现在可以选择 M0,因为 M0 比 M3 更简洁,在价格上也更加便宜,适合对 MCU 没有太高要求的市场。随着 M0 和 M4 产品的推出,已经对 M3 产品形成挤压,目前 M3 厂商压力会比较大。

1.4 ARM 处理器的应用

ARM 处理器的应用领域很广,包含工业控制领域、无线通信领域、网络应用、消费类电子产品、成像和安全产品、移动互联网领域、3G 领域等。

1. 工业控制领域

作为 32 位的 RISC 架构,基于 ARM 核的微控制器芯片不但占据了高端微控制器市场的大部分市场份额,同时也逐渐向低端微控制器应用领域扩展,ARM 微控制器的低功耗、高性价比,向传统的 8 位/16 位微控制器提出了挑战。汽车上使用的 ARM 设计正在进行中,包括驾驶、安全和车载娱乐等各种功能在内的设备有可能采用五六个 ARM 微处理器统一实现。

2. 无线通信领域

无线通信领域目前已有超过 85% 的无线通信设备(手机等)采用了 ARM 技术,在 PDA(Personal Digital Assistant,掌上电脑)一类的手持设备中,ARM 针对视频流进行了优化,并获得广泛的支持。ARM 已经为蓝牙的推广做好了准备,有 20 多家公司的产品采用了 ARM 技术,如爱立信、英特尔、科胜讯、朗讯、阿尔卡特、飞利浦、德州仪器等。ARM 以其高性能和低成本,在该领域的地位日益巩固。

3. 网络应用

网络应用随着宽带技术的推广,采用 ARM 技术的 ADSL 芯片正逐步获得竞争优势。此外,ARM 在语音及视频处理上进行了优化,并获得广泛支持,也对 DSP 的应用领域提出了挑战。

4. 消费类电子产品

ARM 技术在目前流行的数字音频播放器、数字机顶盒和游戏机中得到广泛采用。

5. 成像和安全产品

现在流行的数码相机和打印机中绝大部分采用 ARM 技术。GSM(全球移动通信系统)和 3G 手机中的 32 位 SIM 智能卡也采用了 ARM 技术。

6. 移动互联网领域

ARM 技术打造世界级的 Web2.0 产品,目前大多数智能手机采用 ARM11 处理器,以及



基于 Cortex-A 处理器的 Web2.0 手机, ARMv7 架构的设计为 Web2.0 做了专门设计, 矢量浮点运算单元 Thumb-2 和 Thumb-2 EE 指令用于解释器和 JITs NEON SIMD 技术。

7. 3G 领域

ARM+Android 操作系统组成的 3G 产品。

1.5 ARM 处理器的优点

体积小、功耗低、低成本、高性能, 支持 Thumb (16 位) / ARM (32 位) 双指令集, 能很好地兼容 8 位/16 位器件, 大量使用寄存器, 指令执行速度更快, 大多数数据操作都在寄存器中完成, 寻址方式灵活简单, 执行效率高, 指令长度固定。

最新 ARM 处理器具有如下的特点: 单核变双核, 主频升高, 多媒体性能大幅增强, 内嵌的图形显示芯片越来越强劲, 大数据量的存储介质支持, 无线功能集成。

1.6 ARM 的优势

ARM 公司是专门从事基于 RISC 技术芯片设计开发的公司, 作为知识产权供应商, 本身不直接从事芯片生产, 靠转让设计许可由合作公司生产各具特色的芯片。目前, 全世界几十家大半导体公司都在使用 ARM 公司的授权, 因此既使得 ARM 处理器技术获得更多的第三方工具、制造、软件的支持, 又使整个系统成本降低, 使产品更容易进入市场被消费者所接受, 更具有竞争力, 图 1-5 为 ARM 芯片的销售成长业绩。

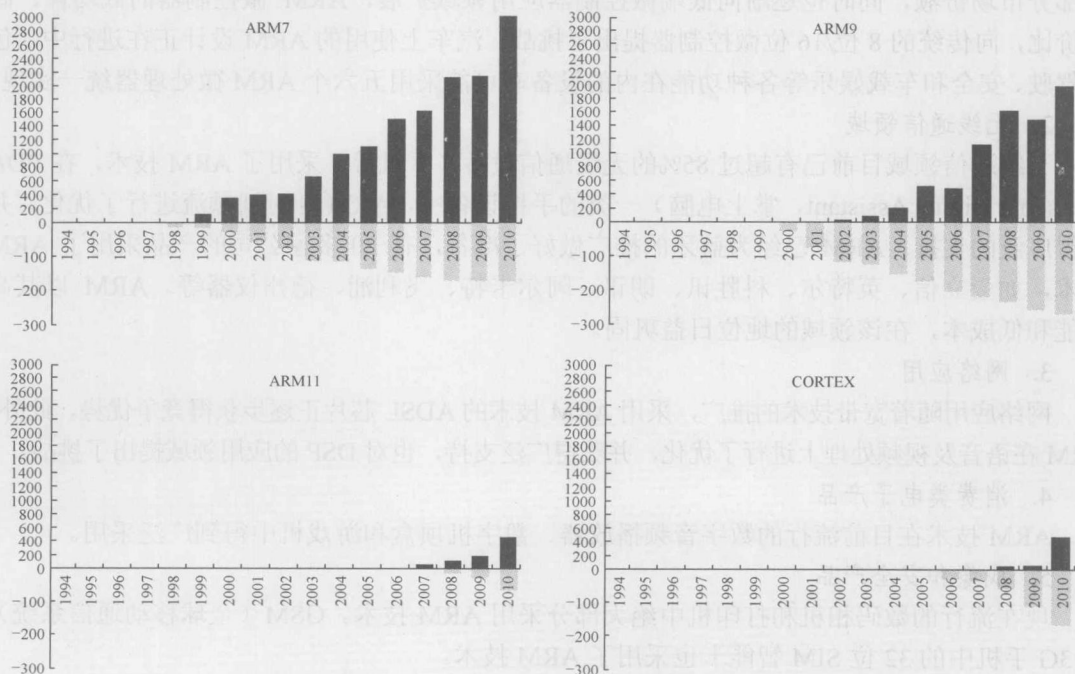


图 1-5 ARM 芯片的销售成长业绩