



STM32F10X 系列

# ARM微控制器 入门与提高

沈建良 贾玉坤 周芬芬 陈 晨 编著



北京航空航天大学出版社  
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

# STM32F10X 系列 ARM 微控制器 入门与提高

沈建良 贾玉坤 周芬芬 陈 晨 编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书以引导读者快速全面掌握 STM32 系列嵌入式微控制器为目的,由浅入深地带领大家进入 STM32 的世界,详细介绍了涉及编程的 STM32 系列嵌入式微控制器的内部结构和外围接口的特点与性能。在此基础上,又介绍了 IAR EWARM 和 Keil MDK 集成开发环境编译器。书中穿插大量的实例程序,并在最后一章给出了 4 个高级综合实例,涉及硬件设计、软件开发、操作系统的移植以及以太网和 GSM 的应用,这些实例程序全部用 C 语言编写,且全部已在 IAR EWARM 集成开发环境中编译通过。本书配光盘 1 张,包含书中全部实例程序的源代码以及一些相关的学习资料。

本书非常适合 STM32F10X 嵌入式微控制器的初学者,以及有一定嵌入式应用基础的电子工程技术人员参考,也可作为高等院校电子信息、自动控制等专业的教学和科研开发参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

STM32F10X 系列 ARM 微控制器入门与提高 / 沈建良等编著

. --北京:北京航空航天大学出版社,2013.1

ISBN 978-7-5124-1035-0

I. ①S… II. ①沈… III. ①微控制器 IV.

①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 295526 号

版权所有,侵权必究。

### STM32F10X 系列 ARM 微控制器入门与提高

沈建良 贾玉坤 周芬芬 陈 晨 编著

责任编辑 李松山

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:710×1 000 1/16 印张:25.5 字数:543 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1035-0 定价:59.00 元(含光盘 1 张)

---

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

# 前 言

---

Cortex-M3 是 ARM 公司基于 ARM V7 架构的新型芯片内核。它是市场上现有的最小、能耗最低、最节能的 32 位 ARM 处理器。Cortex-M3 采用了哈佛结构,拥有独立的指令总线和数据总线,可以让取指与数据访问并行不悖。STM32F107X 系列嵌入式处理器是意法半导体有限公司(STMicroelectronics,ST)推出的一款 32 位基于 ARM Cortex-M3 内核的嵌入式处理器;本书介绍的 STM32F107VCT6 处理器是意法半导体有限公司全新推出的一款互连型嵌入式处理器,其拥有全速 USB (OTG)接口和以太网接口,内部集成了 256 KB Flash 的存储器和 64 KB SRM 以及丰富强大的硬件接口电路,它的运行频率最高可达 72 MHz,并带有硬件乘法;同时意法半导体有限公司还为该系列嵌入式处理器提供固件库,固件库覆盖了所有外围模块以及设备驱动等,使得用户在没有深入学习 STM32 处理器的情况下,也能够使用自如,节省了用户的许多宝贵时间,同时也为初学者提供了更多方便。

本书以引导读者快速全面掌握 STM32 系列嵌入式处理器为目的,由浅入深地带领大家进入 STM32 的世界,详细介绍了涉及编程的 STM32 系列嵌入式处理器的内部结构和外围接口的特点与性能。在此基础上,又介绍了 IAR EWARM 和 Keil MDK 集成开发环境编译器。书中穿插大量的实例程序,并在最后一章给出了 4 个高级综合实例,涉及硬件设计、软件开发、操作系统的移植以及以太网和 GSM 的应用,这些实例程序全部用 C 语言编写,且全部已在 IAR EWARM 集成开发环境上编译通过。

本书分为 5 章。第 1 章简单介绍了 Cortex-M3 系列 ARM 处理器的一般应用,即性能、特点、内部结构以及该处理器的优势。第 2 章详细介绍了 STM32 系列嵌入式处理器的内部存储器和总线结构以及其启动配置等,帮助读者初步了解 STM32 系列嵌入式处理器的整体架构。第 3 章详细介绍了 STM32 系列嵌入式处理器的各个外部功能模块,涉及编程的 STM32 嵌入式处理器的外部结构和内部寄存器,以帮助读者全面理解和掌握(本章参考了意法半导体有限公司的 STM32Fxxx 参考手册 RM0008)。第 4 章详细介绍了两款主流的 STM32 嵌入式处理器的 C 语言集成开发环境 IAR EWARM 和 Keil MDK,然后结合 STM32F107VCT6 嵌入式处理器介绍了 STM32F107 开发板上的硬件资源;本书所附程序均是在 IAR EWARM 集成开发环境下开发的。第 5 章是 STM32 系列嵌入式处理器的高级实例部分,也是本书的

## 前 言

重点所在,主要包括简易 MP3 播放器的设计、 $\mu$ C/OS II 嵌入式实时操作系统的移植、以太网以及 GSM 的应用等。该章介绍的一些设计思路和代码,读者可以直接使用,但是更希望它们能对读者起到抛砖引玉的作用,使读者能更深入地理解和掌握 STM32 系列嵌入式处理器的特性,举一反三,从而设计出更灵活、更可靠的系统和方案,本章涉及的程序源代码均是在 STM32F107 开发板的硬件环境以及 IAR EWARM 软件环境下开发的。

本书非常适合于 STM32F10x 嵌入式处理器的初学者,以及有一定嵌入式应用基础的电子工程技术人员,也可作为高等院校电子信息、自动控制等专业大中专院校的教学和科研开发参考书。由于本书还涉及了目前工程领域的相关内容,故也使本书成为 STM32F10X 嵌入式处理器应用领域工程技术人员非常有用的参考书。本书配光盘 1 张,包含书中全部实例程序的源代码以及一些相关的学习资料。本书实例程序可以到官方网站下载。

本书第 1~3 章由沈建良、贾玉坤、周芬芬共同完成;第 4 章由贾玉坤主笔;第 5 章由沈建良、贾玉坤、周芬芬、陈晨共同完成。全书由沈建良负责审阅,赵蓉、杨海燕、吴英、陈硕、楼一兵、杨碧波、周海军、程城远、徐乐俊、徐慧鑫、安平等负责校订,在此表示深深的谢意!

由于作者的经验 and 水平有限,加上时间仓促,书中难免有疏漏和不足之处,敬请广大读者批评指正。

沈建良  
2013 年 1 月

# 目 录

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>第 1 章 ARM 及 Cortex-M3 处理器概述 .....</b> | <b>1</b>  |
| 1.1 ARM 处理器简介 .....                      | 1         |
| 1.2 Cortex-M3 处理器简介 .....                | 2         |
| 1.2.1 Cortex-M3 处理器的特点 .....             | 2         |
| 1.2.2 Cortex-M3 处理器的基本结构 .....           | 2         |
| 1.3 STM32 系列处理器简介 .....                  | 3         |
| 1.3.1 STM32 处理器的分类 .....                 | 3         |
| 1.3.2 STM32F10x 系列处理器的内部结构 .....         | 4         |
| 1.3.3 STM32 系列 MCU 的优势 .....             | 4         |
| 1.3.4 STM32 处理器开发工具 .....                | 6         |
| 1.3.5 ARM Cortex-M3 的优势 .....            | 7         |
| <b>第 2 章 STM32 系列微控制器存储器和总线结构 .....</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1 系统结构 .....                           | 8         |
| 2.2 存储器结构 .....                          | 10        |
| 2.3 存储器映射 .....                          | 10        |
| 2.3.1 位 段 .....                          | 14        |
| 2.3.2 嵌入式闪存 .....                        | 14        |
| 2.3.3 存储器的各种访问属性 .....                   | 16        |
| 2.4 启动配置 .....                           | 16        |
| <b>第 3 章 STM32 系列微控制器外部模块 .....</b>      | <b>18</b> |
| 3.1 电源控制 .....                           | 18        |
| 3.1.1 电源控制系统功能描述 .....                   | 18        |
| 3.1.2 电源控制寄存器 .....                      | 19        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 3.2 复位和时钟控制                    | 22  |
| 3.2.1 复 位                      | 22  |
| 3.2.2 时 钟                      | 23  |
| 3.2.3 RCC 寄存器描述                | 23  |
| 3.3 实时时钟(RTC)                  | 28  |
| 3.3.1 功能描述                     | 28  |
| 3.3.2 RTC 寄存器描述                | 30  |
| 3.4 通用和复用 I/O 口(GPIO 和 AFIO)   | 34  |
| 3.4.1 I/O 口功能描述                | 34  |
| 3.4.2 I/O 寄存器描述                | 35  |
| 3.4.3 I/O 复用功能描述及调试配置 AFIO     | 39  |
| 3.4.4 AFIO 寄存器描述               | 40  |
| 3.5 中断系统                       | 46  |
| 3.5.1 嵌套向量中断控制器(NVIC)          | 46  |
| 3.5.2 外部中断/事件控制器(EXTI)         | 48  |
| 3.5.3 EXTI 寄存器                 | 49  |
| 3.6 定时系统                       | 52  |
| 3.6.1 通用定时器(TIMx)              | 52  |
| 3.6.2 TIMx 功能描述                | 53  |
| 3.6.3 TIMx 寄存器描述               | 56  |
| 3.7 看门狗系统                      | 74  |
| 3.7.1 独立看门狗(IWDG)              | 74  |
| 3.7.2 独立看门狗(IWDG)功能描述          | 74  |
| 3.7.3 独立看门狗(IWDG)寄存器描述         | 75  |
| 3.7.4 窗口看门狗(WWDG)              | 77  |
| 3.7.5 窗口看门狗(WWDG)功能描述          | 77  |
| 3.8 控制器局域网(bxCAN)              | 78  |
| 3.8.1 控制器局域网功能描述               | 78  |
| 3.8.2 CAN 寄存器描述                | 86  |
| 3.9 内部集成电路(I <sup>2</sup> C)接口 | 101 |
| 3.9.1 I <sup>2</sup> C 功能描述    | 101 |
| 3.9.2 I <sup>2</sup> C 功能描述    | 103 |
| 3.9.3 I <sup>2</sup> C 寄存器描述   | 110 |
| 3.10 串行外设接口(SPI)               | 123 |
| 3.10.1 功能描述                    | 123 |
| 3.10.2 SPI 寄存器描述               | 130 |

## 目 录

|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| 3.11 通用同步异步收发机(USART) .....            | 136        |
| 3.11.1 功能描述 .....                      | 136        |
| 3.11.2 USART 中断请求 .....                | 144        |
| 3.11.3 USART 寄存器描述 .....               | 144        |
| 3.12 USB 全速设备接口 .....                  | 155        |
| 3.12.1 功能描述 .....                      | 155        |
| 3.12.2 USB 寄存器描述 .....                 | 158        |
| 3.13 模/数转换器(ADC) .....                 | 170        |
| 3.13.1 ADC 功能简介 .....                  | 170        |
| 3.13.2 ADC 功能描述 .....                  | 172        |
| 3.13.3 ADC 寄存器描述 .....                 | 178        |
| 3.14 调试支持(DBG) .....                   | 190        |
| 3.14.1 概 述 .....                       | 190        |
| 3.14.2 SWJ 调试端口(串行线和 JTAG) .....       | 191        |
| 3.14.3 引脚分布和调试端口引脚 .....               | 192        |
| 3.14.4 JTAG 调试端口 .....                 | 193        |
| 3.14.5 SW 调试端口 .....                   | 195        |
| 3.15 以太网模块 .....                       | 199        |
| 3.15.1 以太网模块介绍 .....                   | 199        |
| 3.15.2 以太网模块功能描述:MAC802.3 .....        | 202        |
| 3.15.3 以太网寄存器描述 .....                  | 203        |
| <b>第 4 章 STM32 系列微控制器开发工具与应用 .....</b> | <b>214</b> |
| 4.1 IAR EWARM 介绍 .....                 | 214        |
| 4.1.1 安装 IAR EWARM 集成开发环境 .....        | 215        |
| 4.1.2 IAR EWARM 集成开发环境及仿真器介绍 .....     | 220        |
| 4.1.3 在 IAR EWARM 中建立一个新项目 .....       | 226        |
| 4.1.4 编译和链接程序 .....                    | 234        |
| 4.1.5 应用 J-LINK 调试程序 .....             | 237        |
| 4.2 Keil MDK 介绍 .....                  | 242        |
| 4.2.1 安装 MDK-ARM 开发环境 .....            | 244        |
| 4.2.2 开发流程及集成开发环境简介 .....              | 247        |
| 4.2.3 在开发环境中新建一个工程 .....               | 251        |
| 4.2.4 编译和链接程序 .....                    | 264        |
| 4.2.5 程序下载与调试 .....                    | 266        |
| 4.3 STM32F107 开发板 .....                | 272        |

## 目 录

|                         |                               |            |
|-------------------------|-------------------------------|------------|
| 4.3.1                   | STM32F107 开发板上资源 .....        | 272        |
| 4.3.2                   | STM32F107 开发板电路及接口说明 .....    | 274        |
| <b>第5章 高级应用实例</b> ..... |                               | <b>280</b> |
| 5.1                     | MP3 播放器设计实例 .....             | 280        |
| 5.1.1                   | MP3 播放器概述 .....               | 280        |
| 5.1.2                   | SD 的结构与数据的存取 .....            | 282        |
| 5.1.3                   | FAT16/FAT32 文件系统的移植 .....     | 286        |
| 5.1.4                   | VS1003 音频解码的实现 .....          | 300        |
| 5.1.5                   | TFT 及 Touch pad 的实现 .....     | 307        |
| 5.1.6                   | MP3 播放器的实现 .....              | 310        |
| 5.2                     | 嵌入式操作系统移植 .....               | 323        |
| 5.2.1                   | 嵌入式操作系统概述 .....               | 323        |
| 5.2.2                   | $\mu$ C/OS-II 概述 .....        | 328        |
| 5.2.3                   | $\mu$ C/OS-II 具体移植实现 .....    | 337        |
| 5.3                     | 以太网系统设计实例 .....               | 350        |
| 5.3.1                   | 以太网系统设计概述 .....               | 350        |
| 5.3.2                   | 以太网芯片概述 .....                 | 356        |
| 5.3.3                   | $\mu$ C/OS-II 及 LwIP 移植 ..... | 361        |
| 5.3.4                   | 网络编程实例 .....                  | 374        |
| 5.4                     | GSM 控制设计实例 .....              | 384        |
| 5.4.1                   | GSM 概述 .....                  | 384        |
| 5.4.2                   | TC35 芯片简述 .....               | 385        |
| 5.4.3                   | AT 指令概述 .....                 | 386        |
| 5.4.4                   | 短信系统的实现 .....                 | 389        |
| <b>参考文献</b> .....       |                               | <b>398</b> |

# 第 1 章

## ARM 及 Cortex-M3 处理器概述

Cortex-M3 是一个 32 位的核,是市场上现有的最小、能耗最低、最节能的 ARM 处理器。Cortex-M3 大大简化了编程的复杂性,集高性能、低功耗、低成本于一体。它是为在微控制系统、工业控制系统、汽车车身系统和无线网络等对功耗和成本要求高的嵌入式应用领域实现高系统性能而设计的。Cortex-M3 采用了哈佛结构,拥有独立的指令总线 and 数据总线,可以让取指与数据访问并行不悖。本章简单介绍了 Cortex-M3 系列 ARM 处理器的一般应用,即性能、特点、内部结构以及该处理器的优势。

### 1.1 ARM 处理器简介

ARM(Advanced RISC Machine)是一个公司的名称,也是一类微处理器的通称,还是一种技术的名称。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 ARM 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,全世界有几十家大的半导体公司都使用 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,更具竞争力。

ARM 处理器一般具有如下特点:

- 体积小、低功耗、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。

## 第1章 ARM及Cortex-M3处理器概述

ARM架构,过去称作进阶精简指令集机器(Advanced RISC Machine),是一个32位精简指令集(RISC)处理器架构,其广泛地使用在许多嵌入式系统设计。当前ARM体系结构的扩充包括以下内容。

- Thumb:16位指令集,用以改善代码密度;
- DSP:用于DSP应用的算术运算指令集;
- Jazeller:允许直接执行Java代码的扩充。

## 1.2 Cortex-M3处理器简介

### 1.2.1 Cortex-M3处理器的特点

Cortex-M3是一款具有低功耗、少门数、短中断延时、低调试成本的32位标准处理器。

ARM提供的Cortex-M3处理器由处理器内核、向量中断控制器(NVIC)、总线接口、调试接口和选配的存储器保护单元(MPU)与跟踪单元(ETM)等构件组成。

Cortex-M3处理器的主要特点包括:

- 内核为哈佛结构,采用带有分支预测的3级指令流水线。
- 支持高效的Thumb-2指令子集。
- 32位硬件乘法和除法运算。
- 内置嵌套向量中断控制器。其是Cortex-M3紧密耦合部分。
- 定义了统一的存储器映射。
- 支持“位带”,实现原子性的单比特读写。
- 支持地址非对齐的存储器访问。
- 支持串行调试接口。
- 支持低功耗模式。

### 1.2.2 Cortex-M3处理器的基本结构

Cortex-M3基于ARMv7架构的32位处理器带有一个分级结构。其主要包括名为CM3Core的中心处理器内核和先进的系统外设,实现了内置的中断控制、存储器保护以及系统的调试和跟踪功能。这些外设可进行高度配置,允许Cortex-M3处理器处理大范围的应用并更贴近系统的需求。图1-1为其基本结构。

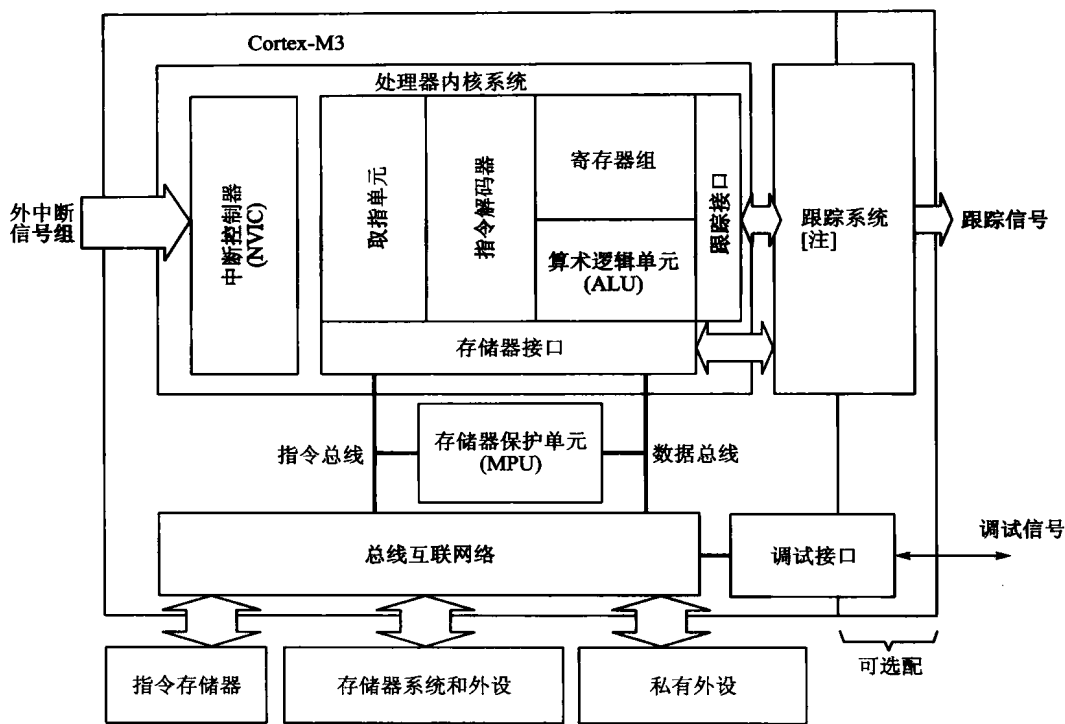


图 1-1 Cortex-M3 基本结构

## 1.3 STM32 系列处理器简介

STM32 系列给 MCU 用户带来了前所未有的自由空间,提供了全新的 32 位产品选项,结合了高性能、实时、低功耗、低电压等特性,同时保持了高集成度和易于开发的优点。

### 1.3.1 STM32 处理器的分类

STM32 系列处理器主要分为两个系列:增强型和基本型。增强型系列产品将 32 位微控制器世界的性能和功能引向一个更高的级别。内部的 Cortex-M3 内核工作在 72 MHz,能实现高速运算。基本型系列是 STM32 系列的入门产品,只有 16 位 MCU 的价格却具有 32 位微控制器的性能。STM32 系列微控制器丰富的外设给产品开发带来了出色的扩展能力。

STM32 系列微控制器的现有产品主要有 STM32F10x 系列,其中分为 STM32F101xx、STM32F103xx、STM32F105xx 和 STM32F107xx 4 种。STM32F101xx 系列为基本系列,工作在 36 MHz 主频下;STM32F103xx、STM32F105xx 和

## 第1章 ARM及Cortex-M3处理器概述

STM32F107xx 这 3 种为增强型系列,工作在 72 MHz 主频下,带有片内 RAM 和丰富的外设。

图 1-2 为不同类型配置差异对比图。

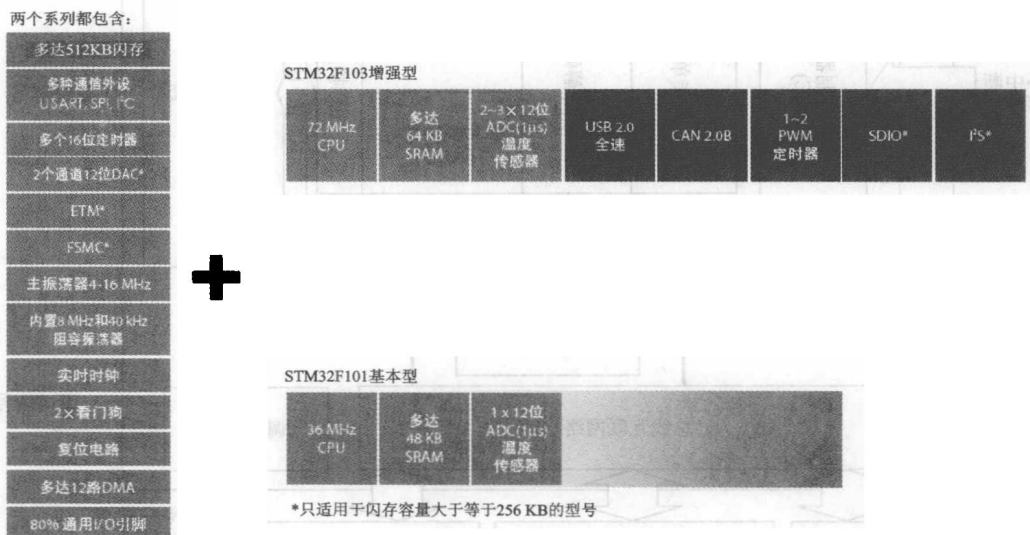


图 1-2 差异对比图

### 1.3.2 STM32F10x 系列处理器的内部结构

STM32F10x 系列处理器的内部结构如图 1-3 所示。

STM32F10x 系列处理器拥有丰富的外设,使其广泛应用于以下领域。

- 工业:可编程逻辑控制器(PLC)、变频器、打印机、扫描仪、工控网络;
- 建筑和安防:警报系统、可视电话、HVAC;
- 低功耗:血糖测量仪、电表、电池供电应用;
- 家电:电机控制、应用控制;
- 消费类:PC 外设、游戏机、数码相机、GPS 平台。

### 1.3.3 STM32 系列 MCU 的优势

#### (1) 先进的内核结构

- 哈佛结构。使其在 Dhrystone benchmark 上有着出色的表现,可以达到 1.25 DMIPS/MHz,而功耗仅为 0.19 mW/MHz。
- Thumb-2 指令集以 16 位的代码密度带来了 32 位的性能。
- 内置了快速的中断控制器,提供了优越的实时特性,中断间的延迟时间降到只需 6 个 CPU 周期,从低功耗模式唤醒的时间也只需 6 个 CPU 周期。
- 单周期乘法指令和硬件除法指令。

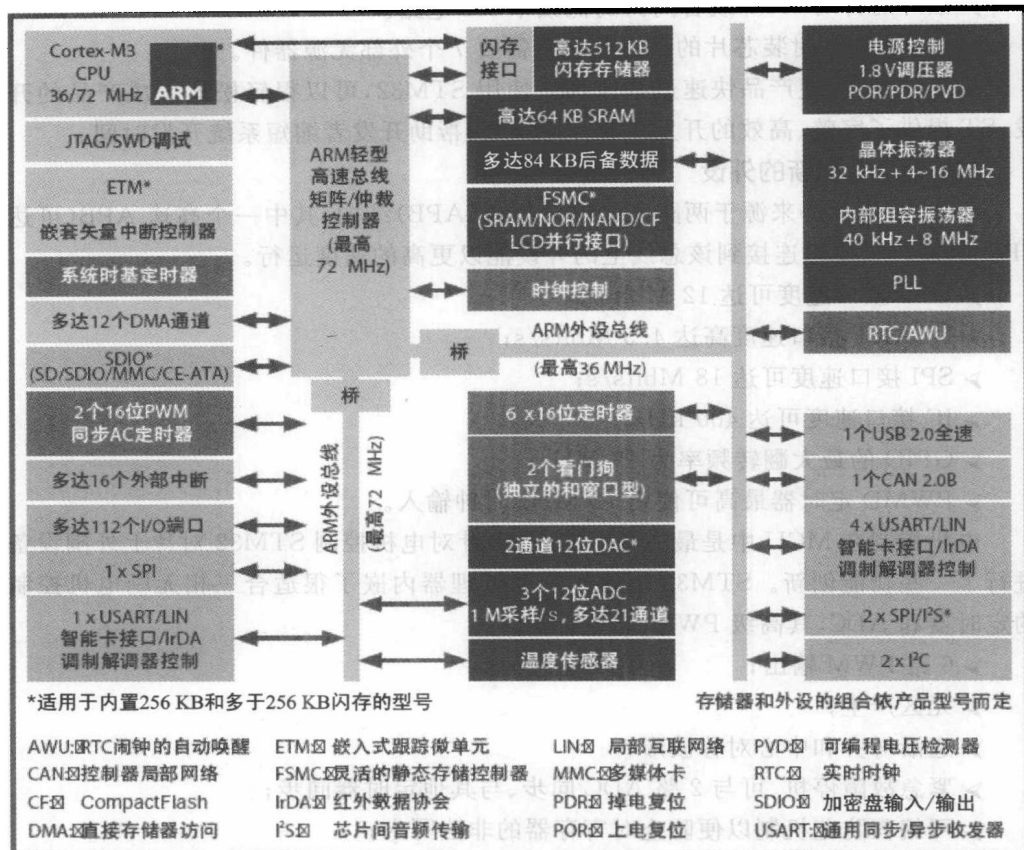


图 1-3 STM32F10X 系列处理器的内部结构

## (2) 杰出的功耗控制

高性能并非意味着高耗电。STM32 经过特殊处理,针对应用中三种主要的能耗需求进行了优化,这三种能耗需求分别是运行模式下高效率的动态耗电机制、待机状态时极低的电能消耗和电池供电时的低电压工作能力。为此,STM32 提供了三种低功耗模式和灵活的时钟控制机制,用户可以根据自己所需的耗电/性能要求进行合理的优化。

## (3) 最大程度的集成整合

- STM32 内嵌电源监控器,减少对外部期间的需求,包括上电复位、低电压检测、掉电检测和自带时钟的看门狗定时器。
- 使用一个主晶振可以驱动整个系统。低成本的 4~16 MHz 晶振即可驱动 CPU、USB 以及所有外设,使用内嵌 PLL 产生多种频率,可以为内部实时时钟选择 32 kHz 的晶振。
- 内嵌出厂前调校的 8 MHz RC 振荡电路,可以作为主时钟源。

## 第1章 ARM及Cortex-M3处理器概述

- 额外的针对 RTC 或看门狗的低频率 RC 电路。
- LQPF 100 封装芯片的最小系统只需要 7 个外部无源器件。

易于开发,可使产品快速进入市场。使用 STM32,可以很轻松地完成产品的开发,ST 提供了完整、高效的开发工具和库函数,帮助开发者缩短系统开发时间。

### (4) 出众及创新的外设

STM32 的优势来源于两路高级外设总线(APB)结构,其中一个高速 APB(可达 CPU 的运行频率),连接到该总线上的外设能以更高的速度运行。

- USB 接口速度可达 12 Mbits/s;
- USART 接口速度高达 4.5 Mbits/s;
- SPI 接口速度可达 18 Mbits/s;
- IC 接口速度可达 400 kHz;
- GPIO 的最大翻转频率为 18 MHz;
- PWMD 定时器最高可使用 72 MHz 时钟输入。

电机控制在 MCU 中是最为常见的应用,针对电机控制 STM32 对片上外围设备进行了一些功能创新。STM32 增强型系列处理器内嵌了很适合三相无刷电机控制的定时器和 ADC,其高级 PWM 定时器提供:

- 6 路 PWM 输出;
- 死区产生;
- 边沿对齐和中心对称波形;
- 紧急故障停机、可与 2 路 ADC 同步、与其他定时器同步;
- 可编程防范机制以便防止对寄存器的非法写入;
- 编码器输入接口。

### 1.3.4 STM32 处理器开发工具

目前世界上已有多种支持 STM32 系列微控制器的开发工具,如表 1-1 所列。

表 1-1 STM32 系列微控制器的开发工具

| 供应商                     | IDE   | 可支持的编译器          | 在线调试仿真器              | 说 明                                                 |
|-------------------------|-------|------------------|----------------------|-----------------------------------------------------|
| Altium/<br>Tasking      | EDE   | TASKING<br>C/C++ | Tantino、Tanto、J-Link | EDE 开发环境,Tasking VX 编译器,通过 JTAG 调试/编程               |
| Green Hills<br>Software | MULTI | Green Hills      | Green Hills Probe    | 复合开发环境,GHS C/C++ 编译器和 Green Hill 探头 (USB 或以太网/JTAG) |

## 第1章 ARM及Cortex-M3处理器概述

续表 1-1

| 供应商        | IDE         | 可支持的编译器                       | 在线调试仿真器                                                        | 说 明                                                         |
|------------|-------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Hitex      | HITOP5      | GUN C/C++、Tasking、ARM和IAR     | 面向Cortex和Tantino                                               | HiTOP5开发环境, Tasking VX编译器和Tantino (USB/JTAG)                |
| IAR        | EWARM       | IAR的ISO C/C++和拓展嵌入式C++        | AnbyICE、ARM RealViewICE、J-Link、MacraigorWiggler和其他基于RDI的JTAG接口 | EWARM开发环境, IAR C/C++编译器和J-Link (USB/JTAG)                   |
| Keil       | uVision3    | ARM RVDS、Keil C/C++、GUN C/C++ | Keil ULINK、Hitex Tanto、iSYSTEM iC3000、NohauEMUL-ARM            | uVision3软件的RealView MDK, ARM C/C++编译器和ULINK (USB/JTAG)      |
| Raisonance | RIDE        | GUN C/C++                     | RLink                                                          | RIDE开发环境, GNU C/C++编译器和RLink (USB/JTAG)                     |
| Rowley     | Cross-Works | GUN C/C++                     | CrossConnect、Macraigor Wiggler、IAR、J-Link                      | CrossStudio软件的Cross-Works, GNU C/C++编译器和CrossConnect (JTAG) |

随着开发工具的不断完善与提高,还会有很多新的开发工具面世,到时用户可以查询官方网站,本书所有例程采用IAR来演示。

### 1.3.5 ARM Cortex-M3的优势

对于系统和软件开发,Cortex-M3处理器具有以下优势。

- 小的处理器内核、系统和存储器,可降低器件成本;
- 完整的电源管理,低功耗;
- 突出的处理器性能,可满足挑战性的应用需求;
- 快速的中断处理,满足高速、临界的控制应用;
- 可选的存储器保护单元(MPU),提供平台级的安全性;
- 增强的系统调试功能,可加快开发进程;
- 没有汇编代码要求,简化系统开发;
- 宽广的适用范围,从超低成本微控制器到高性能。

Cortex-M3处理器在高性能内核基础上,集成了多种系统外设,可以满足不同应用对成本和性能的要求。处理器是全部可综合、高度可定制的(包括物理中断、系统调试等),Cortex-M3还有一个可选的细粒度(fine-granularity)的存储器保护单元(MPU)和一个嵌入式跟踪宏单元(ETM)。

# 第 2 章

## STM32 系列微控制器存储器和总线结构

本章详细介绍了 STM32 系列嵌入式处理器的内部存储器和总线结构以及其启动配置等,帮助读者初步了解 STM32 系列嵌入式处理器的整体架构,带领读者步入 STM32 的世界。

### 2.1 系统结构

系统的主要部分包括以下内容。

5 个驱动单元: Cortex-M3 内核指令总线(I-bus)、数据总线(D-bus)、系统总线(S-bus)、GP-DMA(通用 DMA)、以太网 DMA。

3 个被动单元: 内部 SRAM、内部闪存存储器、AHB 到 APB 桥(AHB2APBx)(该桥用来连接所有的 APB 设备)。这些部分通过一个多级的 AHB 总线构架相互连接,如图 2-1 所示。

ICode 总线: 该总线将 Cortex-M3 内核的指令总线与闪存存储器指令接口相连接。指令预取操作在该总线上进行。

DCode 总线: 该总线将 Cortex-M3 内核的 DCode 总线与闪存存储器的数据接口相连接(常量加载和调试访问)。

系统总线: 该总线将 Cortex-M3 内核的系统总线(外设总线)连接到一个总线矩阵,总线矩阵协调着内核和 DMA 间的访问。

DMA 总线: 该总线将 DMA 的 AHB 主机接口连接到一个总线矩阵,总线矩阵协调着 CPU 的 DCode 和 DMA 到 SRAM、闪存和外设的访问。

总线矩阵: 此总线矩阵协调内核系统总线和 DMA 主控总线之间的访问仲裁。此仲裁利用轮换算法。此总线矩阵由 3 个驱动部件(CPU 的 DCode、系统总线和 DMA 总线)和 3 个被动部件(闪存存储器接口、SRAM 和 AHB2APB 桥)构成。

为了允许 DMA 访问, AHB 外设通过一个总线矩阵连接到系统总线。AHB/APB 桥(APB)2 个 AHB/APB 桥在 AHB 和 2 个 APB 总线之间提供完全同步的连接。APB1 被限制在 36 MHz, APB2 工作在全速状态(根据设备的不同可以达到 72 MHz)。