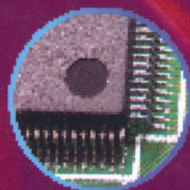




源程序下载地址:

<http://www.buaapress.com.cn>的“下载中心”



ARM

嵌入式应用程序架构设计实例精讲 ——基于LPC1700

赵 俊 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

ARM 嵌入式应用程序 架构设计实例精讲

——基于 LPC1700

赵俊 编著

北京航空航天大学出版社

TP332

Z34

内 容 简 介

本书以 NXP LPC1700 系列 ARM Cortex-M3 微控制器为基础,从实践的角度详细介绍了嵌入式应用程序架构开发的相关知识。共分 7 章,内容包含 LPC1700 基础知识、打造自己的硬件系统、嵌入式程序设计基础、基础应用实例精讲(红外遥控技术、SD 卡、文件系统、E²PROM、Flash、各种液晶模块和 DS18B20 等)、嵌入式应用程序架构、多功能数字时钟在 3 种架构下的实现及在线升级的应用等。本书配套资料里面包含了所讲内容的全部实例代码以及开发板的 PCB 图纸,读者可以免费索取。

本书主要面向的读者对象是只学习过汇编语言、C 语言和单片机技术等几门入门课程却基本没有学习过数据结构、算法分析、程序架构、操作系统等软件课程的“电子类”专业的学生和工程师。

图书在版编目(CIP)数据

ARM 嵌入式应用程序架构设计实例精讲:基于
LPC1700 / 赵俊编著. --北京:北京航空航天大学出版社,2013.7

ISBN 978-7-5124-1185-2

I. ①A… II. ①赵… III. ①微处理器—C 语言—程序设计 IV. ①TP332②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 144051 号

版权所有,侵权必究。

ARM 嵌入式应用程序架构设计实例精讲——基于 LPC1700

赵 俊 编著

责任编辑 陈 旭 敖惠珍

*

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:24.5 字数:522 千字

2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1185-2 定价:54.00 元

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

读者对象 本书共分7章，主要介绍ARM Cortex-M3微控制器的应用开发。本书可作为高等院校电子信息类、计算机类、自动化类、电气工程及其自动化专业及相关专业的教材，也可供从事嵌入式系统开发工作的工程技术人员参考。

本书主要介绍ARM Cortex-M3微控制器的应用开发，全书共分7章。第1章介绍ARM Cortex-M3微控制器的基础知识，包括ARM Cortex-M3微控制器的体系结构、指令系统、寄存器、中断系统、总线系统、存储器系统、外设系统等。第2章介绍ARM Cortex-M3微控制器的开发环境，包括开发工具、开发流程、开发模式等。第3章介绍ARM Cortex-M3微控制器的启动过程，包括启动模式、启动流程、启动寄存器、启动外设等。第4章介绍ARM Cortex-M3微控制器的中断系统，包括中断源、中断控制器、中断寄存器、中断流程等。第5章介绍ARM Cortex-M3微控制器的外设系统，包括GPIO、定时器、计数器、串行接口、并行接口、ADC、DAC、DMA、I2C、SPI、USB、CAN、以太网等。第6章介绍ARM Cortex-M3微控制器的应用开发，包括应用开发流程、应用开发模式、应用开发工具等。第7章介绍ARM Cortex-M3微控制器的应用案例，包括智能家居、工业控制、医疗设备、汽车电子等。

20 世纪 90 年代，单片机在我国得到迅速普及，电子产品已经逐步走向了智能化。那时的微控制器以 8 位机为主，由于受到本身的硬件资源限制，所处理的问题也不是很复杂，程序设计方法绝大多数还是“基于裸机”的“顺序执行法”编程，既不使用操作系统也不用考虑其他应用程序架构。进入 21 世纪后，电子技术进入了“信息时代”，特点是各种电子产品都具有大量的信息通信、系统功能复杂、人机界面丰富、有网络接口等。这类产品的硬件系统集成度非常高，大多采用 32 位 CPU，存储器资源充足，具备了操作系统或其他程序架构需要的运行条件。

在众多的 32 位微控制器中，ARM 公司推出的各种 ARM 内核芯片异军突起，在市场上占据了不少席位，经过多年的技术发展和市场推广，几乎成为 32 位微控制器的代名词。相对 8 位机来说，ARM 芯片的功能复杂、寄存器繁多，为了把编程人员从繁琐的底层驱动中解放出来，各芯片厂家在推出自己芯片的同时都提供了底层驱动库，让编程人员不再去理会那些容易出错、技术价值不高的底层驱动，有更多的时间来实现产品的软件功能和程序架构。

本书由来

电子产品设计的技术人员几乎都是“电子类”专业出身的，其硬件功底不容置疑，但所学软件课程非常有限，大多只学习过汇编语言、C 语言和单片机技术等几门入门课程，基本没有学习过数据结构、算法分析、程序架构、操作系统等软件课程，大多数工程技术人员都是靠一边工作一边自学来提升自己。笔者也是电子类专业毕业，多年从事电子产品的软、硬件开发，对从事此类工作的技术人员的处境深有体会，萌生了把自己多年摸索出来的编程经验和对程序架构的认识汇总的想法，所以，经过近一年的努力，此书应运而生。

本书内容

本书以 NXP LPC1700 系列 ARM Cortex-M3 微控制器为基础，从实践的角度

详细介绍了嵌入式应用程序架构开发的相关知识,共分7章。

第1章介绍 LPC1700 系列微控制器的基础知识,包括微控制器的架构和特性、系统控制模块、中断控制器、引脚配置和编程调试接口等,为后面的应用起到基石的作用。

第2章讲述怎样打造一个属于自己的硬件系统,涉及常用的多种技术,如红外遥控、串口和 USB 通信、E²PROM/Flash/SD 卡存储器、数字温度传感器和各种显示模块(LCD、LCM 和 TFT)等。

第3章介绍嵌入式程序设计基础知识,从实际应用角度介绍了包括 C 程序设计基础知识、编程风格、编程约束和工程文件管理等在内的编程技巧。

第4章介绍基础应用实例精讲,包括串行通信、实时时钟、红外遥控的应用、E²PROM 存储器的应用、Flash 存储器的应用、SD 卡和文件系统的应用、数字温度计以及各种显示模块(LCD、LCM 和 TFT 等)的应用。每一个应用都提供了实验例程,并进行了详细的注释。通过这些例程读者可以初步掌握 LPC1700 处理器的片上资源的应用,为下一步综合应用开发提供必备的基础知识。

第5章介绍嵌入式应用程序架构,分别讲述了“顺序执行法”、“时间片轮询法”和“嵌入式实时操作系统”的基础知识和各自的特点。本章带领读者构建自己的工程模板,从应用程序架构中解放出来,不再为各种架构的设计而烦恼,可以根据实际应用的需要选择不同的架构工程模板来开发各种嵌入式产品。

第6章介绍3种架构应用实例,本章以多功能数字时钟为实例,分别采用第5章介绍的3种应用程序架构实现同样的数字时钟功能,让读者从之前的感性认识变为理性认识,从实例中去体会各种架构的特点以及优缺点。

第7章介绍多功能数字时钟实例的在线升级。在线升级作为电子技术的新兴产物,已经成为各种电子产品必备的功能之一。没有在线升级功能的产品就没有生命气息,不能自我完善与修复。为此,本章介绍了各种在线升级的模式,并提供源代码和实例,为第6章设计的多功能数字时钟提供了二次生命技术。

另外,本书虽然是以 NXP LPC1700 系列微控制器为例来讲解的,但是其中的应用程序架构思想却适应于任何微控制器,移植时只须更改底层驱动库就可以了,上层代码完全不需要修改。需要特别说明的是,本书并没有采用 NXP 提供的 LPC1700 驱动库,而是笔者自己根据需要编写的一套底层驱动库,通过这套驱动库,读者可以学习一些关于底层驱动程序的编程方法,提高编程技术。当然,读者也可以使用 LPC1700 的驱动库来实现。

读者对象

本书主要面向的读者是有过嵌入式应用程序编程经验的电子设计人员,需要有一定的电子技术、C 语言、原理图和 PCB 设计和一些计算机基础知识,尤其适合没有学习过数据结构、算法分析、程序架构、操作系统等软件课程“电子类”专业的学生和工程师参考。

配套资料

本书配套资料里面包含了所讲内容的全部实例代码,读者可以登录北京航空航天大学出版社网站(www.buaapress.com.cn)的“下载专区”免费下载,也可以向作者免费索取。

联系方式:

➤ “电子工程世界”的 NXP LPC1000 专区发帖给笔者 zhaojun_xf 留言;

➤ 邮箱:zhaojun_xf@163.com。

致 谢

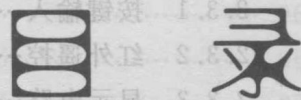
在此感谢北京航空航天大学出版社对出版本书的关心与支持;感谢“电子工程世界”论坛的管理员汤若琳和网友们的大力支持和宝贵建议;感谢齐岳、唐虎、李四强、胡运芳、曾军、刘鹏、林薇薇、代堂艳、王峰、赵建兵、石梅、施元元、杨春华为本书提出了不少宝贵的修改建议;感谢妻子邹玲玲和女儿赵雨桐,写书的过程中少了许多陪伴她们的时间,谢谢她们的鼓励、支持、理解和爱。最后要感谢购买本书的读者——您。

由于书中涉及的知识领域广泛,而电子技术日新月异,加之笔者知识局限和时间仓促,错误和遗漏在所难免。敬请各位读者和同行批评指正!如您有任何问题,也可以及时和笔者沟通。

赵 俊

2013 年 6 月

1.3.2 中断源	23
1.3.3 NVIC 的编程	24
1.4 引脚配置	25
1.5 编程与调试	36
1.5.1 开发工具	36
1.5.2 JTAG/SWD 调试	37
1.5.3 JTAG 与 IAP 的应用	38
第2章 打造自己的硬件系统	41
2.1 硬件系统的搭建	41
2.2 最小系统的实现	41
2.2.1 电源电路的设计	41
2.2.2 复位电路的设计	46



1.1	概 述	1
1.1.1	微控制器的性能	1
1.1.2	系列产品	2
1.1.3	微控制器的结构	3
1.1.4	存储系统	5
1.2	系统控制模块	7
1.2.1	复位模块	8
1.2.2	外部中断输入	10
1.2.3	时钟和功耗控制	10
1.2.4	存储器加速模块	21
1.3	嵌套向量中断控制器	22
1.3.1	NVIC 特性	23
1.3.2	中断源	23
1.3.3	NVIC 的编程	24
1.4	引脚配置	25
1.5	编程与调试	36
1.5.1	开发工具	36
1.5.2	JTAG/SWD 调试	37
1.5.3	ISP 与 IAP 的应用	38
第 2 章	打造自己的硬件系统	41
2.1	硬件系统的搭建	41
2.2	最小系统的实现	41
2.2.1	电源电路的设计	41
2.2.2	复位电路的设计	46

2.2.3	时钟电路的设计	47
2.2.4	调试电路的设计	48
2.2.5	LPC1765 核心电路的设计	49
2.3	输入输出电路的设计	51
2.3.1	按键输入	51
2.3.2	红外遥控	51
2.3.3	显示电路	52
2.3.4	声光指示	57
2.4	通信接口	60
2.4.1	RS232/RS485 通信	60
2.4.2	USB 通信	63
2.5	存储电路	64
2.5.1	E ² PROM 存储器	64
2.5.2	Flash 存储器	65
2.5.3	SD 卡接口	65
2.6	其他电路	69
2.6.1	ADC 与 DAC 电路	69
2.6.2	DS18B20 电路	70
2.7	PCB 设计	72
2.7.1	准备工作	73
2.7.2	PCB 设计步骤	73
第 3 章	嵌入式程序设计基础	75
3.1	C 语言关键字	75
3.1.1	数据类型	76
3.1.2	关键字描述	78
3.2	运算符	85
3.2.1	运算符描述	85
3.2.2	运算符应用	87
3.3	预编译	88
3.3.1	预编译命令	88
3.3.2	预编译应用	88
3.4	嵌入式编程中的命名规则	90
3.4.1	常量命名	90
3.4.2	变量命名	91
3.4.3	函数命名	91
3.4.4	共性规则	92

3.5 函 数	93
3.5.1 参 数	93
3.5.2 返回值	94
3.5.3 函数体的实现精讲	95
3.6 程序的版式	96
3.6.1 空 格	96
3.6.2 空 行	97
3.6.3 对 齐	97
3.6.4 代码拆分	98
3.6.5 代码行	99
3.7 文件结构	100
3.7.1 注解说明	100
3.7.2 定义文件的结构	102
3.7.3 头文件的结构	103
3.7.4 目录结构	104
第 4 章 基础应用实例精讲	106
4.1 串行通信	106
4.1.1 串行总线连接	106
4.1.2 串行初始化	108
4.1.3 小数波特率的实现	110
4.1.4 自动波特率的实现	116
4.1.5 串行数据收发驱动	119
4.1.6 串行总线的应用	121
4.2 实时时钟	122
4.2.1 概 述	123
4.2.2 实时时钟驱动的实现	124
4.2.3 实时时钟应用实验	129
4.3 红外遥控的应用	131
4.3.1 概 述	132
4.3.2 红外遥控接收实验	136
4.4 E ² PROM 存储器的应用	137
4.4.1 I ² C 总线接口通信概述	137
4.4.2 I ² C 总线驱动的实现	142
4.4.3 E ² PROM 存储器驱动的实现	147
4.4.4 E ² PROM 存储器读/写实验	151
4.5 Flash 存储器的应用	152

4.5.1	SPI 总线概述	152
4.5.2	SPI 总线驱动的实现	154
4.5.3	Flash 存储器驱动的实现	156
4.5.4	Flash 存储器读/写实验	161
4.6	SD 卡的应用	162
4.6.1	SD 卡驱动的实现	162
4.6.2	FAT 文件系统移植	174
4.6.3	SD 卡读/写实验	194
4.7	数字温度传感器 DS18B20 的应用	198
4.7.1	DS18B20 概述	198
4.7.2	单个 DS18B20 驱动的实现	202
4.7.3	多个 DS18B20 驱动的实现	208
4.7.4	DS18B20 应用实验	214
4.8	LCD 的应用	216
4.8.1	概 述	216
4.8.2	LCD1602 驱动的实现	220
4.8.3	LCD1602 应用实验	223
4.9	LCM 的应用	224
4.9.1	概 述	224
4.9.2	NS12864R 驱动的实现	230
4.9.3	NS12864R 应用实验	235
4.10	TFT 彩屏模块的应用	236
4.10.1	概 述	236
4.10.2	ILI9320 驱动的实现	241
4.10.3	TFT 彩屏应用实验	245
第 5 章	嵌入式应用程序架构	248
5.1	任务概述	248
5.2	架构 1: 顺序执行	250
5.2.1	特点及架构	250
5.2.2	新建一个工程模板	251
5.2.3	任务函数的结构	259
5.2.4	架构设计点睛	259
5.3	架构 2: 时间片轮询	260
5.3.1	特点及架构	260
5.3.2	新建一个工程模板	264
5.3.3	任务优先级	265

5.3.4	任务函数的结构	266
5.3.5	架构设计点睛	266
5.4	架构 3: 嵌入式实时操作系统	266
5.4.1	$\mu\text{C}/\text{OS-II}$ 特点及移植	267
5.4.2	新建一个工程模板	274
5.4.3	任务函数的格式	276
5.4.4	中断服务程序设计	278
5.4.5	数据通信	279
5.4.6	系统裁减	280
5.4.7	架构设计点睛	284
第 6 章	多功能数字时钟在 3 种架构下的实现对比	285
6.1	多功能数字时钟功能	285
6.2	基础代码实现	289
6.2.1	软定时器的实现	289
6.2.2	单层菜单的实现	292
6.2.3	代码和字库下载	299
6.2.4	下载软件	307
6.3	多功能数字时钟采用顺序执行法的实现	309
6.3.1	日历显示	310
6.3.2	菜单管理	311
6.3.3	闹铃处理	316
6.3.4	数据下载	317
6.3.5	设计点睛	319
6.4	多功能数字时钟采用时间片轮询法的实现	319
6.4.1	获取时钟	321
6.4.2	报警任务	321
6.4.3	下载任务	323
6.4.4	显示任务	324
6.4.5	设计点睛	329
6.5	多功能数字时钟采用操作系统的实现	329
6.5.1	启动任务	331
6.5.2	下载任务	332
6.5.3	报警任务	333
6.5.4	显示任务	335
6.5.5	设计点睛	337

第 7 章 多功能数字时钟实例的在线升级.....	338
7.1 Flash 编程基础	338
7.2 IAP 编程基础	349
7.2.1 IAP 应用结构	349
7.2.2 IAP 实现方式	350
7.2.3 IAP 编程实践	352
7.3 多功能数字时钟的 IAP 应用	358
7.3.1 功能实现	358
7.3.2 APP 设置	369
7.4 编程与仿真	373
7.4.1 编 程	373
7.4.2 仿 真	375
参考文献.....	377

第 1 章

LPC1700 系列微控制器基础知识

LPC1700 系列 ARM 是基于第 2 代的 ARM Cortex-M3 内核的微控制器,是众多 ARM Cortex-M3 芯片中比较优秀的一款微控制器。本章将全面介绍此系列微控制器的基础知识,让读者有一个比较全面直观的认识和了解。

1.1 概 述

自从 ARM 公司推出 Cortex-M3 内核以来,得到了广大开发设计者的认可,出现了一大批优秀的微控制器,例如 ST 的 STM32 系列、IT 的 LM3S 系列、Atmel 的 SAM3U 以及 NXP 的 LPC1300 系列和 LPC1700 系列等。

LPC1700 系列 ARM 是为嵌入式系统应用而设计的高性能、低功耗的 32 位微控制器,适应于仪器仪表、工业控制、汽车电子等众多领域;操作频率高达 120 MHz,采用 3 级流水线和哈佛结构,带独立的本地指令、数据总线以及用于外设的低性能的第 3 条总线,使得代码执行速度高达 1.25 MIPS/MHz,并包含 1 个支持随机跳转的内部预取指单元。LPC1700 系列 ARM 增加了一个专用的 Flash 存储器加速模块,使得在 Flash 中运行代码能够达到较理想的性能。

1.1.1 微控制器的性能

LPC1700 系列 ARM Cortex-M3 微控制器种类繁多,根据应用和封装的不同又可以分为 4 大系列(LPC175x、LPC176x、LPC177x、LPC178x),一共包含了 20 多种型号,主要特性如下:

- 采用第 2 代的 ARM Cortex-M3 内核,运行速度高达 120 MHz;
- 内置嵌套向量中断控制器(NVIC),极大程度地降低了中断延迟;
- 不可屏蔽中断(NMI)输入;
- 具有存储器保护单元,内嵌系统时钟;
- 全新的中断唤醒控制器(WIC);
- 存储器保护单元(MPU);
- 96 KB 片内 SRAM 包括:

- 64 KB SRAM 可供高性能 CPU 通过本地代码/数据总线访问;

- 2 个 16 KB SRAM 模块,带独立访问路径,可进行更高吞吐量的操作,这些 SRAM 模块可用于以太网、USB、DMA 存储器以及通用指令和数据存储;
- 具有在系统编程(ISP)和在应用编程(IAP)功能的 512 KB 片上 Flash 程序存储器;
- 最大 4 KB 的片上 E²PROM(只有 LPC177x 和 LPC178x 两大系列支持);
- 第 2 个专用的 PLL 可用于 USB 接口,增加了主 PLL 设置的灵活性;
- 支持多种硬件接口:以太网、USB Host/OTG/Device、CAN、I²S、快速(Fm+) I²C、SPI/SSP 和 UART 等;
- 1 个 8 通道 12 位的模数转换器(ADC)速度达到 200 kHz,支持 DMA 传输;1 个 10 位数模转换器(DAC),支持 DMA 传输;
- LCD 控制器(只有 LPC178x 系列芯片支持):
 - 同时支持 STN 和 TFT 显示屏;
 - 可选的显示分辨率(最大支持 1 024×768 点阵);
 - 最多支持 24 位真彩色模式。
- SD 卡接口(只有 LPC177x 和 LPC178x 两大系列支持);
- 外扩存储控制器(EMC)支持 SRAM、ROM、Flash 和 SDRAM 器件;
- 集成硬件 CRC 计算及校验模块;
- 电机控制 PWM 输出和正交编码器接口;
- 标准 JTAG 测试/调试接口以及串行线调试和串行线跟踪端口选项;
- 低功耗实时时钟(RTC);
- 单电源供电(2.4~3.6 V),温度范围为-40~85 ℃;
- 4 个外部中断输入,可配置为边沿/电平触发,PORT0 和 PORT1 上的所有引脚都可以作为边沿触发的中断源;
- AHB 多层矩阵上具有 8 通道的通用 DMA 控制器(GPDMA),结合 SSP、I²S、UART、AD/DA 转换、定时器匹配信号和 GPIO 使用,并可用于存储器到存储器的传输;
- 4 个低功耗模式:睡眠、深度睡眠、掉电、深度掉电,可通过外部中断、RTC 中断、USB 活动中断、以太网唤醒中断、CAN 总线活动中断、NMI 等中断唤醒;
- 多层 AHB 矩阵内部连接,为每个 AHB 主机提供独立的总线;AHB 主机包括 CPU、通用 DMA 控制器、以太网 MAC 和 USB 接口;这个内部连接特性提供无仲裁延迟的通信;
- 采用 LQFP80、LQFP100、LQFP144、LQFP208、TFBGA208 和 TFBGA180 等多种封装。

1.1.2 系列产品

表 1-1 为 LPC1700 系列微控制器的选型列表,本书将重点围绕 LPC176x 系列

芯片进行介绍,在没有特别说明的情况下特指 LPC1700 系列,其他系列的芯片读者可自行查阅相关资料。

表 1-1 LPC1700 系列微控制器选型列表

类 别	型 号	Flash /KB	SRAM /KB	EEPROM /KB	以太网	USB 2.0	CAN 2.0	D/A ch/bit	SD/ MMC	SPI/ SSP	I ² C	UART
LPC178x	LPC1788	512	96	4	1	D/H/O	2	1/10	1	0/3	3	5
	LPC1787	512	96	4	—	D/H/O	2	1/10	1	0/3	3	5
	LPC1786	256	80	4	1	D/H/O	2	1/10	1	0/3	3	5
	LPC1785	256	80	4	—	D/H/O	2	1/10	1	0/3	3	5
LPC177x	LPC1778	512	96	4	1	D/H/O	2	1/10	1	0/3	3	5
	LPC1777	512	96	4	—	D/H/O	2	1/10	1	0/3	3	5
	LPC1776	256	80	4	1	D/H/O	2	1/10	1	0/3	3	5
	LPC1774	128	40	2	—	D	2	1/10	—	0/3	3	5
LPC176x	LPC1769	512	64	—	1	D/H/O	2	1/10	—	1/2	3	4
	LPC1768	512	64	—	1	D/H/O	2	1/10	—	1/2	3	4
	LPC1767	512	64	—	1	—	—	1/10	—	1/2	3	4
	LPC1766	256	64	—	1	D/H/O	2	1/10	—	1/2	3	4
	LPC1765	256	64	—	—	D/H/O	2	1/10	—	1/2	3	4
	LPC1764	128	32	—	1	D	2	—	—	1/2	3	4
	LPC1763	256	64	—	—	—	2	1/10	—	1/2	3	4
LPC175x	LPC1759	512	64	—	—	D/H/O	2	1/10	—	1/2	2	4
	LPC1758	512	64	—	1	D/H/O	2	1/10	—	1/2	2	4
	LPC1756	256	32	—	—	D/H/O	2	1/10	—	1/2	2	4
	LPC1754	128	32	—	—	D/H/O	1	1/10	—	1/2	2	4
	LPC1752	64	16	—	—	D	1	—	—	1/2	2	4
	LPC1751	32	8	—	—	D	1	—	—	1/2	2	4

注意:LPC1700 系列微控制器都具体 4 个 32 位定时器;只有 LPC178x 系列芯片才具有 LCD 控制器;除了 LPC175x 系列为 6 通道 12 位的 A/D 转换器外,其他芯片均为 8 通道的 12 位 A/D 转换器;都具有 6 路 PWM 输出。

1.1.3 微控制器的结构

LPC1700 系列微控制器使用多层 AHB 矩阵连接到 Cortex - M3 总线上,并以灵活的方式将其他总线连接到外设。APB 外设使用多层 AHB 矩阵的独立从机端口通过两条 APB 总线连接到 CPU,减少了 CPU 和 DMA 控制器之间的争用,可实现

更好的性能。APB 总线桥配置为缓冲区写操作,使得 CPU 或 DMA 控制器无须等待 APB 写操作结束。LPC1700 系列微控制器的内部结构框图如图 1-1 所示。

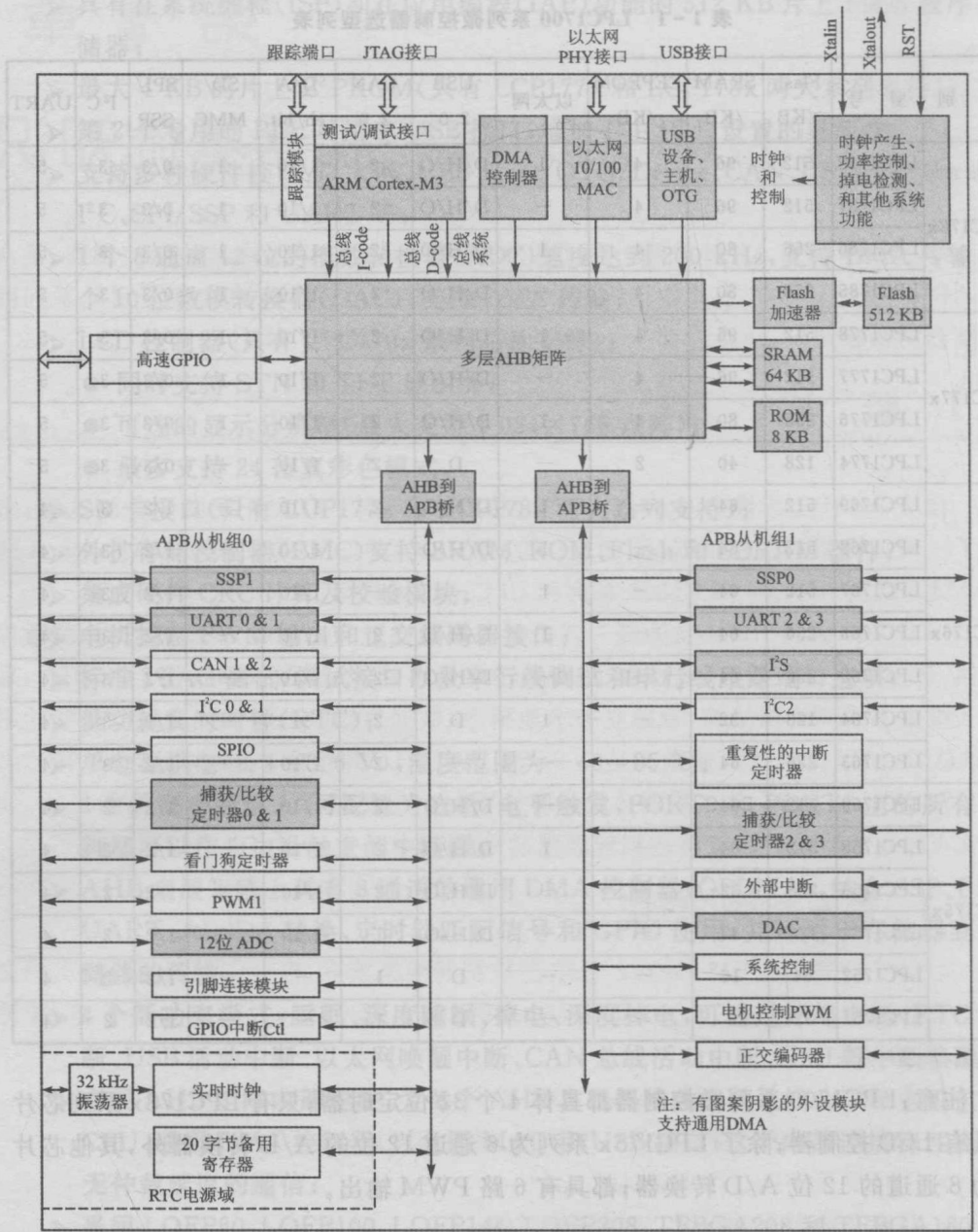


图 1-1 LPC1700 内部结构框图

1.1.4 存储系统

1. 存储器映射和外设寻址

LPC1700 系列 ARM Cortex - M3 微控制器含有一个 4 GB 的地址空间,表 1-2 为其存储器分布。

表 1-2 LPC1700 系列微控制器存储器分布

地址范围	用 途	描 述
0x0000 0000~0x0003 FFFF	片上非易失性存储器	Flash 存储器(512 KB)
0x1000 0000~0x1000 7FFF	片上 SRAM	本地 SRAM - Bank0(32 KB)
0x2007 C000~0x2007 FFFF	片上 SRAM,通常用于存储能外设数据	AHB SRAM - Bank0(16 KB)
0x2008 0000~0x2008 3FFF	片上 SRAM,通常用于存储能外设数据	AHB SRAM - Bank1(16 KB)
0x2009 C000~0x2009 FFFF	通用 I/O	
0x4000 0000~0x4007 FFFF	APB0 外设	32 个外设模块,每块 16 KB
0x4008 0000~0x400F FFFF	APB1 外设	32 个外设模块,每块 16 KB
0x5000 0000~0x501F FFFF	AHB 外设	DMA 控制器、以太网接口和 USB 接口
0xE000 0000~0xE00F FFFF	Cortex - M3 相关功能	包括 NVIC 和系统节拍定时器

注:在使用带有 64 KB 片上 SRAM 的芯片时需要注意,这 64 KB 被分为 3 块,所以定义数组时不能定义大于 3 块中最大容量的数组。也就是说,不能定义或连续使用大于 32 KB 的 SRAM 空间。

2. 存储器映射

LPC1700 系列 ARM Cortex - M3 微控制器的存储器映射由几个不同的存储区域组成,如图 1-2 所示。AHB 外设区域为 2 MB,可分配多达 128 个外设。APB 外设区域为 1 MB,可分配多达 64 个外设。每个外设空间大小都为 16 KB,这样可简化每个外设的地址译码。

3. APB 外设地址

表 1-3 和表 1-4 为 APB0/1 地址映射。APB 外设不会全部使用分配给它的 16 KB 空间。通常,每个器件的寄存器在各个 16 KB 范围内采用“别名”。

4. 存储器重映射

Cortex - M3 包含一个机制:允许将中断向量表重新映射到存储器映射空间的备用单元,这通过包含在 NVIC(嵌套向量中断控制器)中的向量表偏移寄存器来控制。

向量表可位于 Cortex - M3 的地址空间 1 GB 范围内的任意一处,必须是 128 字(512 字节)边界对齐,因为 LPC1700 系列 Cortex - M3 微控制器上的 NVIC 可分配 128 个中断。