

21世纪高等学校嵌入式系统专业规划教材

肖广兵 主编
左付山 吕立亚 副主编
陈 勇 主审

车载ARM嵌入式系统 实例开发

清华大学出版社



21世纪高等学校嵌入式系统专业规划教材

肖广兵 主编
左付山 吕立亚 副主编

车载ARM嵌入式系统 实例开发



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以 STM32F103VB 为基础开发平台,对车载 ARM 嵌入式系统进行了详细介绍,力求做到细致全面,并通过大量的实例循序渐进地将作者在长期实践过程中积累的经验和心得融入书中。读者可以通过本书的理论讲解和实例分析快速掌握车载 ARM 嵌入式系统的应用技巧,从而解决工程实践中的实际问题。全书共 8 章,按内容的难度不同分为 3 篇。

本书通俗易懂,内容由浅入深,以示例引导,结合大量实例进行分析,帮助读者理解和掌握车载 ARM 嵌入式系统的开发方法和应用技巧。在丛书网站附上了本书所有的工程源代码,方便读者自学。

本书既适合使用 STM32F103VB 处理器的本科生、研究生以及教师作为教学用书,也可以作为广大科研工作者、工程技术人员的自学用书和解决工程实际问题的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

车载 ARM 嵌入式系统实例开发/肖广兵主编. —北京:清华大学出版社,2013

21 世纪高等学校嵌入式系统专业规划教材

ISBN 978-7-302-32894-0

I. ①车… II. ①肖… III. ①微处理器—系统设计—应用—汽车—高等学校—教材

IV. ①TP332 ②U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 136514 号

责任编辑:梁 颖 李 晔

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:27.25

字 数:662 千字

版 次:2013 年 8 月第 1 版

印 次:2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00 元

产品编号:046273-01

前 言

1991 年 ARM 公司成立于英国剑桥,主要出售芯片设计技术的授权。目前,采用 ARM 技术知识产权(IP)核的微处理器,即通常所说的 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 技术正在逐步渗入人类生活的各个方面。

在 STM32F105 和 STM32F107 互连型系列微控制器之前,意法半导体 ST 已经推出 STM32 基本型系列、增强型系列、USB 基本型系列和增强型系列;新系列产品沿用增强型系列的 72MHz 处理频率。内存包括 64~256KB 闪存和 20~64KB 嵌入式 SRAM。新系列采用 LQFP64、LQFP100 和 LFBGA100 三种封装,不同的封装保持引脚排列一致性,结合 STM32 平台的设计理念,开发人员通过选择产品可重新优化功能、存储器、性能和引脚数量,以最小的硬件变化来满足车载 ARM 嵌入式系统开发的应用需求。

当前市面上有很多版本的 ARM 嵌入式开发书籍,书中的各自侧重点以及所适合的读者都各不一样,存在一定的局限性。部分 ARM 嵌入式开发书籍,只讲解了最基本的入门操作及基础知识,还不能真正为读者在以后的工程实践中提供最好的帮助;有些书籍则主要是面向业内专业人士,内容相对晦涩难懂,而且往往仅限于某个很窄的工程应用领域进行分析介绍,很难拓展到其他分支学科中;从国外引入的部分书籍,在翻译的过程中,有的只是简单的字面翻译,甚至只是把所有的知识点简单地罗列在一起,不便于读者学习。在作者的教学实践中,深深体会合适的 ARM 嵌入式教材对于初学者甚至专业人士的重要性,因此,下决心为 ARM 嵌入式爱好者甚至专业人士量身定做一本合适的教材。

本书由浅入深地讲述 ARM 嵌入式开发的基本知识点,以工程实例讲述科学和工程常用车载 ARM 嵌入式工程开发的实现。书中所有的知识点都以 STM32F103XX 处理器芯片为平台,内容新颖、裁减得当,兼顾教学与科研,基本覆盖了从事车载 ARM 嵌入式开发研究所需要的知识点。全书工程实例选取得当,注重与专业知识的结合,有助于读者在学习书本知识的同时,能更深入透彻地理解专业知识。书中大部分的硬件电路图都是由 Protel99SE 绘制的,保留了 Protel99SE 中的图形格式,使读者在计算机中见到的图形与书中一致,为读者在阅读过程中提供参照比对。

在本书的撰写过程中,得到了很多同事友人的帮助。他们不仅为本书的编写提供了珍贵的工程实践参考资料,更综合自身第一线的课堂讲授经验,为本书提供了不可多得的宝贵意见。本书还融合了编者自身在平时科研项目中遇到的实战经历,并把它从整个项目体系中抽象出来,用于教材中知识点的示例讲解,让读者能在学习书本知识的同时就可以亲身接触到一定的工程实践内容,从而能更好地提高动手操作能力,为今后从事更实际的科研工作打下坚实的基础。

从最初的酝酿、编写到最终的出版,得到了南京林业大学汽车与交通工程学院各位领导、老师的大力支持和鼓舞,同时他们也为书中的内容提出了很多宝贵的建议,在此深表谢

意。同时,更要感谢我的家人,如果没有他们在背后的默默支持,本书也不能如期出版。

由于时间紧迫,加之水平有限,书中难免会有疏漏和错误之处,在此真诚地恳请各位读者、同行批评指正,同时也希望和大家一起学习和交流。

编 者

2013 年 5 月于南京

目 录

基 础 篇

第 1 章 ARM 嵌入式基础	3
1.1 ARM 嵌入式系统简介	3
1.1.1 ARM 嵌入式的发展历程及其应用	3
1.1.2 ARM 嵌入式的性能特性	5
1.1.3 ARM 嵌入式系统的开发要点	6
1.1.4 常用车载 ARM 嵌入式芯片 STM32F103XX	8
1.2 ARM 嵌入式系统的开发环境	9
1.2.1 Keil MDK 简介	10
1.2.2 Keil MDK 开发步骤	12
1.3 ARM 嵌入式系统的硬件构成	17
1.3.1 ARM 嵌入式处理器结构	18
1.3.2 ARM 嵌入式中的指令	19
1.3.3 ARM 硬件配置	20
1.4 ARM 嵌入式系统开发实例——车载嵌入式芯片 STM32F103XX	21
1.4.1 系统资源与性能参数	21
1.4.2 系统硬件设计	24
1.4.3 系统外围接口	25
第 2 章 ARM 指令系统	27
2.1 ARM 指令系统简介	27
2.1.1 ARM 汇编语言的基本语法	28
2.1.2 ARM 汇编指令中的后缀	31
2.1.3 ARM 汇编指令的书写格式	31
2.2 ARM 指令集的基本概念	33
2.2.1 ARM 指令的基本格式	33
2.2.2 ARM 指令中的条件执行	34
2.2.3 ARM 指令中的 S 标志	36
2.3 ARM 指令集的类型	37
2.3.1 跳转指令	37
2.3.2 算术运算指令	43
2.3.3 逻辑运算指令	55

2.3.4	存储器访问指令	60
2.3.5	数据传送指令	62
2.3.6	协处理器指令	65
2.3.7	异常中断产生指令	69
2.3.8	ARM 指令小结	70
2.4	Thumb 指令集	70
2.4.1	Thumb 指令的基本概念	70
2.4.2	Thumb 指令集的结构	71
2.4.3	Thumb 状态下的寄存器	72
2.4.4	Thumb 指令集的类型	73
2.4.5	Thumb 指令小结	73
第 3 章	STM32 嵌入式处理器	74
3.1	STM32F103XX 系统简介	74
3.1.1	STM32F103XX 系列处理器芯片	75
3.1.2	STM32F103XX 器件信息	76
3.2	STM32F103XX 引脚信息	78
3.3	STM32F103XX 的内部结构	82
3.3.1	STM32F103XX 芯片总体结构	83
3.3.2	STM32F103XX 片上 FLASH 程序存储器	83
3.3.3	STM32F103XX 片内静态 RAM	84
3.4	STM32F103XX 存储器映射	84
3.4.1	存储系统中的大/小端配置	85
3.4.2	系统存储器的映射	85
3.4.3	系统存储器的访问属性	87
3.4.4	系统存储器的地址重映射	88
3.4.5	系统存储中止的异常	89
3.5	STM32F103XX 的系统控制模块	89
3.5.1	晶体振荡器	91
3.5.2	外部中断输入	92
3.5.3	系统的启动模式	93
3.5.4	系统锁相环 PLL	94
3.5.5	系统休眠与低功耗	95
3.5.6	系统复位	98
3.5.7	系统时钟分频	100
3.5.8	系统掉电检测与控制	100
3.6	STM32F103XX 向量中断控制器	101
3.6.1	中断的概念与类型	101
3.6.2	外部中断/事件控制器的特点与结构	103

3.6.3	EXTI 的寄存器	105
3.6.4	中断的处理过程	107
第 4 章	嵌入式程序设计	109
4.1	STM32F103XX 处理器的汇编程序开发框架	109
4.1.1	ARM 汇编语言中的代码程序段	110
4.1.2	ARM 汇编语言中的数据程序段	111
4.1.3	ARM 汇编语言中的宏定义	112
4.1.4	ARM 汇编语言中的符号数据	113
4.2	STM32F103XX 处理器的数据操作	114
4.2.1	C 语言中的数据类型	115
4.2.2	C 语言中的数据输入/输出格式	116
4.2.3	C 语言中的变量和常量	119
4.2.4	C 语言中的整型数据	120
4.2.5	C 语言中的实型数据	124
4.2.6	C 语言中的字符型数据	127
4.2.7	C 语言中的字符串常量	132
4.2.8	不同类型数据之间的混合运算	133
4.3	STM32F103XX 处理器的数据运算	135
4.3.1	ARM 程序代码中的算术运算符	136
4.3.2	算术运算符的优先级和结合性	137
4.3.3	数据类型的强制转换	137
4.3.4	自增与自减操作	139
4.3.5	赋值运算符和赋值表达式	140
4.3.6	逗号运算符	142
4.4	STM32F103XX 的流程控制语句	143
4.4.1	ARM 中的 if 条件判断语句	143
4.4.2	ARM 中的 switch 分支选择语句	147
4.4.3	ARM 中的循环控制语句	150

提 高 篇

第 5 章	STM32F103XX 系统资源	159
5.1	ARM 处理器的选型与功能模块	159
5.1.1	ARM 处理器的性能参数	159
5.1.2	ARM 处理器的外部接口	160
5.1.3	ARM 处理器的芯片封装	161
5.1.4	STM32F103XX 系列 ARM 处理器	163
5.2	GPIO 接口模块	165

5.2.1	GPIO 引脚特性	165
5.2.2	GPIO 引脚描述	165
5.2.3	GPIO 引脚函数库	167
5.2.4	GPIO 的硬件电路	175
5.2.5	基础实验一：汽车安全带报警指示灯与蜂鸣器实验	177
5.3	ADC 模数转换模块	181
5.3.1	ADC 特性	181
5.3.2	ADC 引脚描述	182
5.3.3	ADC 库函数	183
5.3.4	ADC 硬件电路	193
5.3.5	基础实验二：汽车发动机水温测量系统实验	195
5.4	EXTI 中断模块	208
5.4.1	外部中断/事件的分类	209
5.4.2	外部中断/事件的结构	210
5.4.3	外部中断/事件的执行顺序与嵌套	212
5.4.4	外部中断/事件的选择	213
5.4.5	外部中断/事件库函数	215
5.4.6	外部中断/事件硬件电路	221
5.4.7	基础实验三：汽车紧急制动实验	222
5.5	高级控制定时器 TIM1	229
5.5.1	TIM1 的结构特性	231
5.5.2	TIM1 的功能	233
5.5.3	TIM1 的控制寄存器	240
5.5.4	TIM1 的库函数功能说明	244
5.5.5	基础实验四：PWM 驱动汽车灯光照明实验	251
5.6	通用定时器 TIMx	258
5.6.1	TIMx 的结构特性	258
5.6.2	TIMx 的功能	258
5.6.3	TIMx 的控制寄存器	263
5.6.4	基础实验五：汽车轮胎压力检测实验	267
第 6 章	STM32F103XX 外部接口	275
6.1	实时时钟模块	275
6.1.1	RTC 实时时钟的功能特性	276
6.1.2	RTC 实时时钟的结构	277
6.1.3	RTC 寄存器的操作方式	278
6.1.4	RTC 实时时钟的寄存器	280
6.1.5	RTC 实时时钟的库函数	281
6.1.6	基础实验一：车载时钟与电子日历	290

6.2 看门狗 WatchDog 模块	298
6.2.1 STM32 系列处理器中的看门狗	299
6.2.2 独立看门狗的功能特性	299
6.2.3 独立看门狗的寄存器	300
6.2.4 独立看门狗的库函数	301
6.2.5 窗口看门狗功能特性	305
6.2.6 窗口看门狗的寄存器	307
6.2.7 窗口看门狗的库函数	307
6.2.8 基础实验二：基于秒中断的新能源汽车电池 SOC 值检测实验	312
6.3 USART 串口通信模块	316
6.3.1 USART 的功能特性	319
6.3.2 USART 的字符描述	320
6.3.3 USART 的发送器	320
6.3.4 USART 的接收器	323
6.3.5 USART 的中断请求	326
6.3.6 USART 的寄存器	327
6.3.7 USART 的库函数	328
6.3.8 基础实验三：汽车轮速检测实验	341
6.4 CAN 通信模块	347
6.4.1 CAN 的功能结构	347
6.4.2 CAN 的运行模式	348
6.4.3 CAN 的功能描述	350
6.4.4 CAN 的寄存器	357
6.4.5 CAN 的库函数	359
6.4.6 基础实验四：基于 CAN 通信的车载电机冷控实验	376

综 合 篇

第 7 章 基于 STM32F103XX 的车载温/湿度检测仪的设计	383
7.1 基于 STM32F103XX 的车载温/湿度检测仪的设计	383
7.1.1 项目内容概述	383
7.1.2 项目需求分析	388
7.2 系统硬件电路设计	388
7.2.1 系统电源设计	389
7.2.2 传感电路及运放电路设计	392
7.2.3 DS18B20 数字式温度传感器电路设计	394
7.2.4 SHTXX 数字式湿度传感器电路设计	395
7.2.5 串口通信与 BOOT 启动电路设计	397

7.2.6 人机交互界面·····	399
7.3 系统软件工程设计·····	401
第8章 汽车故障在线检测诊断教学平台·····	404
8.1 基于TFT触摸屏的汽车故障在线检测诊断教学平台设计·····	404
8.1.1 项目内容概述·····	404
8.1.2 项目需求分析·····	406
8.2 系统硬件电路设计·····	409
8.2.1 系统电源设计·····	409
8.2.2 系统逻辑控制电路设计·····	413
8.2.3 TFT LCD 触摸屏电路设计·····	413
8.2.4 串口通信电路与JTAG电路·····	416
8.3 系统软件工程设计·····	418

基 础 篇

第 1 章 ARM 嵌入式基础

ARM 嵌入式系统在日常的消费电子领域随处可见,以其优越的性能和完善的开发环境得到了广大电子工程师的青睐。

ARM 微处理器由 ARM 公司提供 IP 授权,交付多个芯片设计厂商进行整合生产。随着 ARM 的发展,其内核版本和支持它的生产厂商也越来越多,因此市场上能够找到的 ARM 芯片也是种类繁多。

本章主要向读者介绍 ARM 嵌入式系统的基本结构和常见的 ARM 微处理器。

【本章重点】

- ARM 嵌入式系统的发展历史与特点。
- ARM 嵌入式系统的开发环境。
- ARM 嵌入式系统的硬件构成。

【本章难点】

- ARM 嵌入式系统的开发流程。
- ARM 嵌入式系统的硬件构成。

1.1 ARM 嵌入式系统简介

近年来,ARM 嵌入式系列产品,如智能手机、车载 MP4、车载导航仪和平板电脑等,已经成为大众广泛使用的产品。新型的嵌入式产品不断问世,各个 IT 公司纷纷投入巨资加紧研发流程,嵌入式技术人才需求猛增。

随着网络通信技术、计算机技术和微电子技术的迅速发展,嵌入式系统已经成为当前 IT 行业的焦点。同时在数字信息技术和网络技术高速发展的后 PC 时代,嵌入式系统因其体积小、可靠性高、功能性强和灵活方便等许多优势,逐步渗透到工业、军事、医疗、汽车以及日常生活的各个领域,对嵌入式相关行业的技术改造、产品更新换代、加速自动化进程以及提高产品效率等方面起到了极其重要的推动作用。

在汽车行业中,各个零部件由纯机械产品向机电一体化、汽车电子智能化逐步转变。这些车载电子技术的应用改革,都离不开对 ARM 嵌入式系统的依赖,如汽车电子油门、电控发动机、车载 IMMO 系统、车载 GPS 导航、全景倒车雷达等。为了使车载 ARM 控制器具有资源管理、快速中断、实时响应等能力,提供多任务处理,以及更好的分配系统资源的功能,用户甚至还需要针对特定的 ARM 嵌入式硬件平台和实际的工程应用进行操作系统的移植。

1.1.1 ARM 嵌入式的发展历程及其应用

ARM 的英文全称是 Advanced RISC Machine,用户既可以认为 ARM 是一个 IT 行业公司的名称,也可以认为是一种“嵌入式微处理器核”技术的名称,甚至还可以认为是具有某种“嵌入式微处理器核”技术的一类芯片以及嵌入式系统的总称。对于从事系统开发的嵌入

式工程师而言,ARM 通常是指带有 ARM 处理器的嵌入式系统。在本书中,ARM 是指搭载 ARM 处理器的嵌入式系统。

ARM 公司是微处理器行业的一家知名企业,1990 年 11 月成立于英国,是苹果电脑、Acorn 电脑集团和 VLSI Technology 的合资企业。1991 年,ARM 公司推出了 ARM6 处理器家族,VLSI 公司则是第一家将其成功应用在内部研发产品上的生产厂家。后来,陆续有其他 IT 巨头,包括 TI 公司、NEC 公司、SHARP 公司以及 ST 公司等,都陆续获得了 ARM 公司的正式授权,将 ARM 处理器大面积的进行推广,使得 ARM 处理器在汽车电子、新能源汽车、车载网络、智能手机以及其他消费电子中都得到广泛的应用。一般情况下,目前有大约 80% 的电子消费终端都是采用了 ARM 处理器,具体如图 1.1 所示。

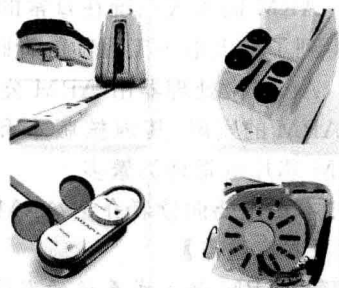


图 1.1 ARM 嵌入式在电子行业中的应用

当前 ARM 嵌入式芯片的出货量每年都比上一年增长 20 亿片以上。与其他半导体(微处理器)公司不同的是,ARM 公司从来不制造或销售某一个具体型号的 ARM 嵌入式处理器芯片,而是将 ARM 嵌入式处理器的具体设计授权给相关的商务合作伙伴,如 Intel 公司,Philips 公司、TI 公司等。

各个授权合作公司根据自身对嵌入式芯片的设计能力、产品领域特点等因素对嵌入式芯片进行功能、资源性的裁剪,以满足嵌入式市场需求。基于 ARM 嵌入式系统的低成本和高性能的解决方案,各个授权合作公司设计出多种多样的处理器芯片、微控制器以及嵌入式片上系统(SOC),即所谓的“ARM 知识产权授权”结构,如图 1.2 所示。

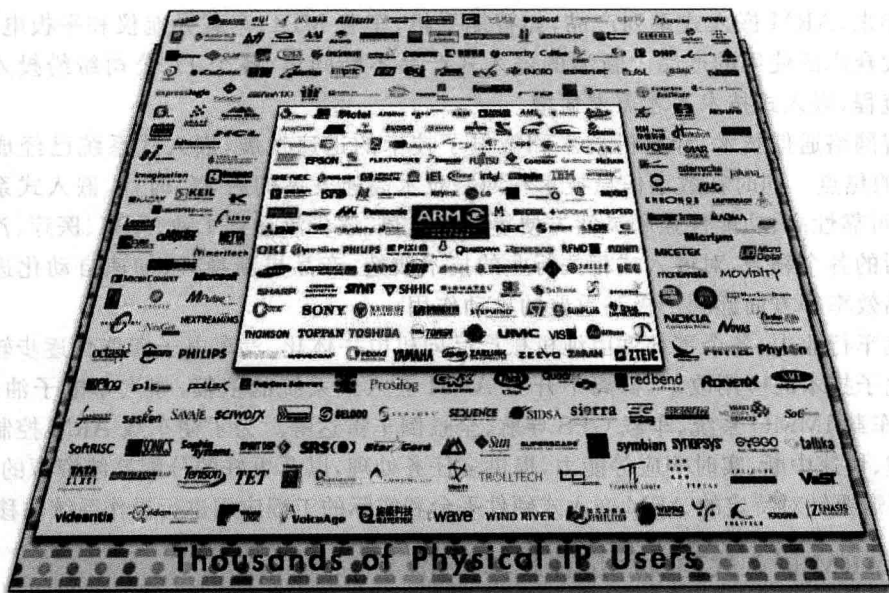


图 1.2 ARM 核“知识产权授权”结构图

一般而言,ARM 嵌入式系统由 3 个部分组成:嵌入式系统硬件平台、嵌入式操作系统(代码)和嵌入式系统应用,如图 1.3 所示。

1. 嵌入式系统硬件平台

嵌入式系统硬件平台主要是指各种嵌入式处理器和外围设备等,如基于 ARM 核的 STM32XX 处理器、51 系列单片机等。

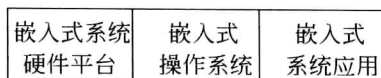


图 1.3 嵌入式系统组成

2. 嵌入式操作系统(代码)

嵌入式操作系统是指在嵌入式硬件平台上运行的代码和操作系统。目前主流的嵌入式操作系统是基于 C 语言(或汇编语言,但较少使用)的嵌入式 Linux、 μ CLinux 和 μ C/OS-II 等。

一般而言,Linux 操作系统具有比较完善的网络接口支持; μ CLinux 操作系统常被用在一些不需要“内存管理单元”(Memory Management Unit,MMU)的嵌入式平台中;而 μ C/OS-II 系统是典型的实时操作系统,可以满足对实时性要求比较高的场合,如汽车电子油门、车载高速 CAN 网络等,具有非常高的响应时间。

除了上述介绍的几种嵌入式操作系统外,在当前主流的消费电子产品中,还广泛使用 Android、Meego 等系统。这些嵌入式系统主要用在智能手机以及平板电脑上。在实际的工程应用中,用户具体使用何种嵌入式操作系统应视具体的工程需求而定。

3. 嵌入式系统应用

嵌入式系统应用是以嵌入式系统硬件平台的搭建、嵌入式操作系统的成功移植和运行为前提的。这一部分内容运行在嵌入式操作系统的上层,完成特定的功能目标。

通常情况下,不同的系统需要根据具体的项目需求设计不同的嵌入式应用程序。但是值得注意的是,在嵌入式系统中,系统应用并不是必需的。只有在一些复杂的工程设计中才会需要嵌入式系统应用,如对汽车整车通信协议的定义和控制等。

对一些要求不高或者相对简单的工程应用场合中,嵌入式系统应用经常被合并到操作系统及其代码的实现过程中,即操作系统与应用代码由于相对简单而被糅合在一起。

1.1.2 ARM 嵌入式的性能特性

截止到 2010 年,内嵌 ARM 核的嵌入式系统产品累计已经超过 200 亿个。在日常生活中用户所接触到的智能手机、汽车电子、平板电脑等众多的消费电子产品中无不存在 ARM 嵌入式处理器的身影。从诞生到现今短短的时间内,ARM 嵌入式系统之所以能取得如此巨大的成就,跟它自身优越的性能特性是密不可分的。



图 1.4 新能源电动汽车动力锂电池管理系统

1. 极低的系统功耗

ARM 嵌入式系统相比其他处理器而言具有极低的系统功耗,这就使得它能广泛应用于手持式电子设备的设计场合。目前,ARM 微处理器和内嵌 ARM 核的 SOC 芯片已经在手持终端,如智能手机、车载 MP4、电动汽车电池管理系统等设备中得到广泛的应用。图 1.4 为具有自主研发产权的新能源电动汽车动力锂电池管理系统。

2. 较短的开发周期

ARM 嵌入式系统的开发周期,完全是由 ARM 的商业模式决定的。ARM 公司将成熟的 ARM 技术直接授权给其他合作芯片设计厂商,在很大程度上缩短了 ARM 嵌入式产品的开发周期。这对于芯片设计厂商而言也是一个巨大的优势。

3. 支持双指令集

绝大部分的 ARM 处理器都可以支持 ARM 和 Thumb 两种不同的工作模式,分别用以支持 32 位的 ARM 指令集和 16 位的 Thumb 指令集。对于普通用户而言,这两种指令集都各有所长。

32 位的 ARM 指令集在命令功能上相对更为丰富,性能也更好。在运行代码的过程中,实现同样的功能所需要的指令数(代码量)更少;而 16 位的 Thumb 指令集是 ARM 指令集的一个子集,因此,在实现相同的功能操作时需要较多的指令数(相比 ARM 指令集),但是使用 Thumb 指令集实现的程序代码所占据的程序空间相对较少,具有较高的代码执行效率。除此之外,由于 16 位的 Thumb 指令代码在译码的过程中相对比较简单,因此 Thumb 指令具有更低的系统功耗。

4. 高效的系统总线

在 ARM 嵌入式系统中,处理器没有采用 DSP(数字信号处理器)架构中的多级流水线机制,而是采用了一组专门针对 ARM 内核的片上系统 SOC 开发的总线规范,即 AMBA (Advanced Microcontroller Bus Architecture)。

该总线规范由 ARM 公司设计,独立于 ARM 微处理器的制造工艺技术。在该总线规范中,定义了以下 3 种可供用户组合使用的不同类型的总线。

1) AHB(Advanced High-Performance Bus)

该类型的总线支持多种数据传输方式,以及多个总线主设备之间的数据传输。适用于高性能和高时钟频率的系统模块,如 CPU 处理器、片上存储器、DMA 设备、DSP 以及其他协同处理器等。

2) ASB(Advanced System Bus)高性能系统总线

ASB 总线同样也适用于高效性能的系统模块。在不需要使用 AHB 的场合中,用户也可以选择 ASB 总线作为系统总线。

3) APB(Advanced Peripheral Bus)高性能外设总线

APB 总线的主要特点是结构简单、低速、低功耗。该高性能外设总线主要适用于低功耗、对实时性要求不高的外部设备,如对汽车门窗锁的控制等。

1.1.3 ARM 嵌入式系统的开发要点

与传统的单片机相比,ARM 嵌入式系统的整体系统性能和数据处理能力有了大幅提升。与之相对应,ARM 嵌入式系统设计的复杂度和难度也有所提升,与传统的单片机设计方法也有着很大的不同。

总体而言,ARM 嵌入式系统的开发可以分为“基于 ARM 内核的芯片设计”和“基于 ARM SOC 的开发应用”。本书主要与读者讨论有关“ARM 芯片的开发应用”,不涉及 ARM 芯片的设计。

对于用户而言,在实现对 ARM 嵌入式系统进行开发之前,首先应该对 ARM 嵌入式系