

嵌入式技术与应用

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

嵌入式应用技术 基础教程

王宜怀 刘晓升 编著



清华大学出版社

嵌入式应用技术基础教程

王宜怀 刘晓升 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

全书共 18 章,分三个部分。第 1 部分共 7 章,为相关基础知识及 HC08 系列单片机入门,主要介绍嵌入式应用的硬件与软件基础。同时给出了 HC08 系列单片机的基本入门知识,包括基本结构、汇编语言及 08C 语言基础,介绍了实验环境,提供了第一个实例。第 2 部分共 6 章,为 HC08 系列单片机的功能模块及基本应用,包括 GP32 的 SCI、SPI、键盘、A/D、定时器、Flash 存储器在线编程及其他功能模块,还给出了 LCD 与 LED 的编程,该部分为本书的重点内容。第 3 部分共 5 章,为常用外设的应用扩展,包括 USB 接口、CAN 通信接口、编程器的开发、嵌入式以太网接口,以及非接触式 IC 卡读写器等开发实例,该部分内容来自于实际的开发项目,主要目的是给出一些常用接口的应用范例,供读者实际应用时参考。各章都附有练习与思考题。

本书可供大学有关专业的高年级学生和研究生用作教材或参考读物,也可供从事嵌入式系统开发与研究人员用作参考和进修资料。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式应用技术基础教程/王宜怀,刘晓升编著. —北京:清华大学出版社,2005.7
(嵌入式技术与应用)

ISBN 7-302-11214-2

I. 嵌… II. ①王… ②刘… III. 微型计算机—系统设计—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 064332 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 魏江江

封面设计: 杨 兮

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 29 字数: 687 千字

版 次: 2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11214-2/TP·7402

印 数: 1~3000

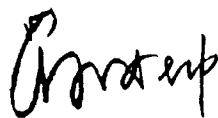
定 价: 39.00 元

序

我谨代表飞思卡尔(Freescale)半导体公司祝贺《嵌入式应用技术基础教程》一书的出版,并对本书作者和出版社同仁的辛勤劳动表示诚挚的感谢。

作者三年前出版的《单片机原理及其嵌入式应用教程》对于单片机技术尤其是 HC08 系列的应用起到了积极的推动作用,本书又进一步加入了 HCS08 系列,加强了 C 语言编程等重要内容,相信会大大促进相关教学和技术应用。

飞思卡尔半导体公司其前身为摩托罗拉(Motorola)半导体产品部,2004 年从摩托罗拉分拆上市。公司从 1953 年开始从事半导体业务,是世界半导体产业与技术的开拓者,目前是世界十大半导体供应商之一,在微控制器领域长期居全球市场领先地位。飞思卡尔半导体公司秉承摩托罗拉公司一贯重视与学界合作的传统,继续积极参与推动中国电子工程教育,全力培育本地化的工程人才,通过大学计划开展与国内大学在教学与应用研究方面的合作。目前已在清华大学、深圳大学、电子科技大学、同济大学和浙江大学等设有嵌入式处理器(MCU/DSP)开发应用研究中心,在东北大学、上海交通大学、苏州大学、北京航空航天大学等 20 多所大学建立了实验中心。十年来还成功举办了全国性的五届应用设计大奖赛。各个应用中心和实验中心在科研和人才培养方面均取得了许多可喜的成绩,包括各种应用设计,有的已经产业化。本书的出版就是苏州大学飞思卡尔微控制器实验中心工作的又一项成果,是中心多年来从事飞思卡尔微控制器研究、开发与教学培训工作的总结,相信本书的出版将会大大推动这项技术的推广与发展。我期待会有更多的大学加入到飞思卡尔公司的大学计划中来,进一步推进中国嵌入式处理器应用技术的研发与教学工作,以推动嵌入式产业发展和人才培养。



亚太区标准产品市场总监

飞思卡尔半导体汽车电子与标准产品事业部

2005 年 6 月 17 日

前 言

嵌入式应用系统涉及面广,要想进行嵌入式应用系统的开发,必须打好嵌入式应用设计与编程基础。本书主要面向中小型嵌入式应用系统,定位为嵌入式应用技术基础,目的是引导读者进入嵌入式设计与基本编程的大门。

2000 年 Motorola 公司与苏州大学合作建立了苏州大学摩托罗拉单片机实验室。苏州大学是国内第一批在本科生中利用 M68HC08 系列单片机进行教学的高校。2002 年作者在实际教学基础上编写了《单片机原理及其嵌入式应用教程》一书,以汇编语言的实例阐述嵌入式应用技术,得到了读者的认可。使用该书进行教学的老师,提出了增加 C 语言实例的建议。经过三年多来的教学实践及科研积累,我们决定重新编写一本该方面的书。为此,确定了基本的编写原则:

(1) 让读者容易看懂、能快速上手实践。在内容的先后次序与组织形式、知识点安排等方面进行了细致的设计,将实例设计成最能体现基本知识点的形式,使读者尽快入门。

(2) 按软件工程规范编写实例。书中提供的所有源程序,不仅给出了详细规范的中文注释,而且汇编子程序与 C 语言子函数的设计尽可能满足程序“封装”的要求。在硬件定义方面,按照嵌入式开发面向“硬件对象”的规范进行定义。这些都为实际应用提供了良好的基础。同时,也可以使读者一开始就得到规范的编程指导。

(3) 体现理论与实践的平衡、通用与具体对象的平衡。在原理阐述方面,主要为应用作基础,立足点在应用。为了体现“通用”,书中把一些基本原理,甚至一些基本模块分离出来,按照“芯片无关”的方式进行阐述或编程,然后再结合具体芯片进行分析,使读者更好地理解基本原理。

本书的主要特点:

(1) 以 Freescale 半导体公司的 HC08 和 HCS08 单片机为蓝本阐述。嵌入式应用与单片机的关系十分密切,学习嵌入式应用一般需要选择一个合适的单片机型号作为入门机型。Freescale 半导体公司是 Motorola 公司半导体部于 2004 年独立上市的公司。多年来 Motorola 公司的单片机在国际市场上的占有率位居第一,该公司的单片机,种类齐全,应用广泛,具有较大的适应性。该公司从 2000 年前后开始推出新一代 HC08 和 HCS08 单片机,目前已经发行 100 多个品种。正是由于这个原因,选择 Freescale 半导体公司的 HC08 和 HCS08 单片机作为学习嵌入式应用的入门机型,为今后实际应用的扩展留有更大的空间。

(2) 以应用为主线,按照教学特点展开。在内容阐述上,突出如何应用、如何设计与如何编程,从应用角度理解基本原理。这并不是说原理不重要,而是一些原理开始较难理解,通过一些实例现象展示后,更容易掌握。当然,本课程主要目的还是掌握嵌入式应用程序的设计方法。

(3) 符合循序渐进、由浅入深的教学原则。嵌入式应用技术是一门应用技术类课程,

在内容安排上,不是按照芯片手册的顺序,也不是所有内容面面俱到,而是把容易掌握的内容提前,部分较难理解的内容可先用后学。

(4) 提供可验证的源程序。为了使学生在较短的时间内掌握嵌入式编程基本方法,对于每个基本模块都提供了编程实例,所有实例均为调试通过后移入书中,避免了因例程的书写或固有错误给初学者带来烦恼。作者在多年的教学与科研实践中深深地体会到,一款新的 MCU,也许由于编者给出的编程实例未经验证而写入书本,其中的每一点错误都可能会给初学者带来很大的学习障碍。

(5) 结合实际科研开发,增强实用性。书中除了结合基本内容给出实例程序外,还结合实际科研开发,给出了一些实际应用实例,希望对读者的进一步提高有所借鉴。

(6) 通过直观的方式体现技术难点。所有的实例均设计成可观察运行结果的方式,在未介绍串行通信编程之前的章节,运行结果采用指示灯方式;介绍串行通信编程之后,将运行结果通过串行口发向 PC 机,在 PC 机相应的程序界面上显示。

教学建议:

对于本科教学,若课时数大于(50 课堂教学+20 实验),可分三个阶段进行教学。第 1 部分(1~7 章)为第一个阶段,首先学习入门所需的基础,对于相关课程已经学过的部分,可以简要进行总结,随后学习 08 系列 MCU 的基本结构、指令系统、I/O 编程、08C,进行第一个实验,约占总课时的 30%,第 2 部分为(8~13 章)为第二阶段,分章学习各个模块编程与应用,课堂教学与实验同步进行,一般情况下,第二阶段占总课时的 40%。第 3 部分(14~18 章)为第三阶段,这是相对较深的内容,教师可根据情况进行取舍,可以布置具体设计实践。第三阶段占总课时的 30%。对于课时小于(36+18)的情况,可只学习第 1 部分和第 2 部分的内容,第 3 部分安排讲座。

如何寻找本书的软件与硬件:

本书的相关软件、实例程序、教学课件、实验指导可从网站 <http://sumcu.suda.edu.cn> 下载,相关的硬件环境信息及咨询方式也可从该网站获得。

作者分工与致谢:

本书由王宜怀编制提纲,并撰写第 1、5、6、8、9、10、11、12、13 章,刘晓升撰写第 2、3、4、7、17 章。第 14 章由刘雪兰、黄娇清;第 15 章由汤龙梅、刘晓升;第 16 章由蒋建武、王艳春;第 18 章由徐丽华、刘晓升提供初稿。王宜怀负责全书统稿工作。

Freescale 半导体公司金功九博士一直关心支持苏州大学 Freescale MCU&DSP 研发中心的建设,并为本书的撰写提出了宝贵的建议,在此表示诚挚的谢意。苏州大学计算机学院嵌入式应用方向的 2003、2004 级研究生协助书稿整理及程序调试工作,在此一并致谢。鉴于作者水平有限,书中难免存在不足和错误之处,恳望读者提出宝贵意见和建议,以便再版时改进。

编 者

2005 年 6 月于苏州大学

目 录

第 1 部分 相关基础知识及 08 系列单片机入门

第 1 章 嵌入式应用技术概述	2
1.1 嵌入式系统的基本含义	2
1.1.1 嵌入式系统与单片机	2
1.1.2 MCU 的主要应用领域	4
1.2 MCU 发展概况	5
1.2.1 MCU 的发展简史	5
1.2.2 MCU 在我国的应用简况	6
1.3 MCU 发展新特点及选型原则	7
1.3.1 MCU 发展的新特点	7
1.3.2 MCU 的选型原则	7
1.4 如何学习嵌入式应用技术	9
1.5 嵌入式产品的一般构成与开发方法	10
1.5.1 嵌入式产品的一般构成	10
1.5.2 嵌入式产品的一般开发方法	11
第 2 章 嵌入式应用技术的硬件基础	15
2.1 数字电路基础知识	15
2.1.1 嵌入式应用技术中常用的数制及其转换	15
2.1.2 数字电路中几个名词解释	17
2.1.3 门电路	18
2.2 嵌入式应用的常用元器件	20
2.2.1 二极管	20
2.2.2 晶体管	21
2.2.3 锁存器	25
2.2.4 可编程逻辑器件 PLD	25
2.3 嵌入式应用技术的常用术语	28
第 3 章 高级语言的串行通信编程	31
3.1 Visual Basic 6.0 编程简介	31
3.1.1 Visual Basic 6.0 概述	31
3.1.2 面向对象的程序设计概念	32

3.1.3	事件驱动的程序设计	33
3.1.4	Visual Basic 6.0 开发系统	34
3.1.5	Visual Basic 6.0 的帮助系统	36
3.2	Visual Basic 6.0 语言基础	36
3.2.1	编码基础	36
3.2.2	基本语句	38
3.3	Visual Basic 6.0 的常用控件	41
3.4	Visual Basic 6.0 的串行通信控件 MSComm	42
3.4.1	串行接口通信编程	42
3.4.2	MSComm 控件的引用	43
3.4.3	MSComm 控件的主要属性	43
3.4.4	MSComm 控件的事件	47
3.4.5	MSComm 控件通信的方式	48
3.5	Visual Basic 6.0 的串行通信编程实例	48
3.5.1	实例概述	48
3.5.2	窗体设计	49
3.5.3	程序设计及测试	50
第 4 章	Freescall 08 系列 MCU 概述	53
4.1	08 系列 MCU 简介	53
4.1.1	Freescall 半导体公司 MCU 的命名规则	53
4.1.2	08 系列 MCU 资源简介	54
4.2	HC08 系列 MCU	56
4.2.1	MC68HC908GP32 MCU 的性能概述	56
4.2.2	内部结构简图与引脚功能	57
4.2.3	GP32 存储器组织	60
4.3	HCS08 系列 MCU	61
4.3.1	HCS08 系列 MCU 的基本特征	61
4.3.2	MC9S08GB60 的内部结构简图与引脚功能	62
4.3.3	GB60 存储器组织	64
第 5 章	HC08 CPU 与汇编基础	66
5.1	HC08 CPU 基本构成	66
5.2	寻址方式	68
5.3	指令系统	73
5.3.1	数据传送类指令	74
5.3.2	算术运算类指令	76
5.3.3	逻辑运算类指令	80

5.3.4	位操作类指令	81
5.3.5	移位类指令	81
5.3.6	程序控制类指令	83
5.3.7	其他指令	85
5.4	HCS08 CPU 与 HC08 CPU 的比较	87
5.5	08 汇编语言基础	88
5.5.1	08 汇编源程序格式	88
5.5.2	08 伪指令	89
第 6 章	普通 I/O 与第一个汇编程序	91
6.1	MC68HC908GP32 的普通 I/O	91
6.1.1	A 接口	92
6.1.2	B 接口	93
6.1.3	C 接口、D 接口和 E 接口	94
6.2	汇编程序编程框架	95
6.2.1	08 汇编主程序组成	96
6.2.2	第一个可执行的 08 汇编程序	97
6.3	08 汇编语言编译过程所涉及的文件	98
6.4	SD-HC08 嵌入式 MCU 在线编程集成开发系统	101
6.4.1	硬件系统说明	101
6.4.2	软件使用说明	103
第 7 章	08C 语言	107
7.1	MCU 的 C 语言编程概述	107
7.1.1	MCU 编程语言	107
7.1.2	CPU 的 C 语言	108
7.2	标准 C 语言的基本语法	108
7.2.1	数据类型	109
7.2.2	运算符	109
7.2.3	流程控制	110
7.2.4	函数	114
7.2.5	指针	115
7.2.6	结构体	116
7.2.7	编译预处理	118
7.2.8	用 typedef 定义类型	119
7.3	08C 语言的使用	119
7.3.1	寄存器和 I/O 端口的使用	119
7.3.2	使用汇编指令	120

7.3.3	中断处理	121
7.3.4	08C 语言的常用库函数	122
7.4	08C 语言程序编程框架	123
7.4.1	实践环境	123
7.4.2	08C 语言程序的组成	124
7.4.3	第一个 08C 语言例程	124
7.5	08C 语言的编译过程	126
7.5.1	编译过程	127
7.5.2	编译文件输出	127
7.6	08C 编程技巧	133
7.6.1	数据类型的选用	133
7.6.2	算法设计问题	134
7.6.3	数据存储器的分配	134
7.6.4	MCU08C 语言与汇编语言的混合编程	135

第 2 部分 HC08 系列 MCU 的功能模块及基本应用

第 8 章	串行通信接口(SCI)与串行外设接口(SPI)	138
8.1	串行通信基本知识概要	138
8.1.1	基本概念	138
8.1.2	RS-232C 总线标准	140
8.2	SCI 的外围硬件电路与基本编程原理	142
8.2.1	SCI 的外围硬件电路	142
8.2.2	SCI 的基本编程原理	143
8.3	SCI 模块的编程结构	144
8.3.1	SCI 的寄存器	145
8.3.2	串行接口初始化与收发编程的基本方法	149
8.4	串行通信编程实例	150
8.4.1	08 汇编语言串行通信子程序	150
8.4.2	08 汇编语言串行通信测试实例	153
8.4.3	08C 语言串行通信子程序与测试实例	158
8.5	SPI 模块的编程结构及应用实例	162
8.5.1	SPI 的基本工作原理	163
8.5.2	SPI 的寄存器	164
8.5.3	SPI 编程基本方法	166
8.6	SPI 应用实例——高位 A/D 扩展接口	167
8.6.1	TLC2543 芯片简介	167
8.6.2	TLC2543 与 GP32 MCU 接口扩展	169

第 9 章 键盘中断模块与 A/D 转换模块	174
9.1 键盘基本问题与 GP32 的键盘中断接口	174
9.1.1 键盘的基本问题	174
9.1.2 MC68HC908GP32 MCU 的键盘中断模块	175
9.2 汇编语言键盘中断模块编程实例	177
9.2.1 按键识别与键盘定义子程序	177
9.2.2 键盘中断编程举例	180
9.3 08C 语言键盘中断模块编程实例	183
9.3.1 按键识别与键盘定义函数	183
9.3.2 键盘中断编程 08C 语言举例	185
9.4 MC68HC908GP32 MCU 内部的 A/D 转换模块	187
9.4.1 A/D 转换相关基础知识	187
9.4.2 MC68HC908GP32 A/D 转换模块的寄存器	188
9.4.3 A/D 转换模块的基本编程方法	189
9.5 MC68HC908GP32 MCU A/D 转换编程实例	190
9.5.1 A/D 转换汇编语言编程实例	190
9.5.2 A/D 转换 08C 语言编程实例	193
第 10 章 定时接口模块	196
10.1 计数器/定时器的基本工作原理	196
10.1.1 实现计数与计时的基本方式	196
10.1.2 MC68HC908GP32 MCU 的定时接口的基本原理概述	197
10.2 定时器模块的编程基础	199
10.2.1 定时器模块的 3 个基本寄存器	199
10.2.2 定时溢出中断编程汇编程序例	201
10.2.3 定时溢出中断编程 C 语言程序例	205
10.3 定时器模块的输入捕捉功能	208
10.3.1 输入捕捉功能的基本含义	208
10.3.2 输入捕捉的寄存器	209
10.3.3 输入捕捉中断编程实例	211
10.4 定时器模块的输出比较功能	214
10.4.1 输出比较功能的基本含义	215
10.4.2 输出比较的寄存器	215
10.4.3 不带缓冲输出比较与带缓冲的输出比较	216
10.5 定时器模块的脉宽调制输出功能	217
10.5.1 脉冲宽度调制器 PWM	217
10.5.2 用定时器通道实现 PWM	218
10.5.3 不带缓冲脉宽调制输出与带缓冲脉宽调制输出	218

10.5.4	PWM 编程汇编语言例	219
10.5.5	PWM 编程 C 语言例	221
第 11 章	Flash 存储器的在线编程	224
11.1	Flash 存储器概述与编程模式	224
11.1.1	Flash 存储器的基本特点与编程模式	225
11.1.2	M68HC08 系列 MCU Flash 存储器的特点与编程模式	225
11.2	MC68HC908GP32 MCU Flash 存储器编程方法	227
11.2.1	Flash 存储器编程的基本概念	227
11.2.2	Flash 存储器的编程寄存器	228
11.2.3	Flash 存储器的编程过程	229
11.3	GP32 MCU Flash 在线编程汇编语言实例	231
11.3.1	Flash 存储器的擦除及写入汇编子程序	231
11.3.2	Flash 存储器在线编程汇编主程序及计算机方程序	235
11.4	GP32 MCU Flash 存储器在线编程 C 语言实例	242
11.4.1	Flash 存储器的擦除及写入 C 语言子函数	242
11.4.2	Flash 存储器在线编程 C 语言主函数	245
11.5	HCS08 系列 MCU 的 Flash 存储器编程方法	246
11.5.1	Flash 存储器的编程寄存器	246
11.5.2	Flash 存储器的编程过程	249
11.5.3	Flash 存储器的安全性	251
第 12 章	GP32 MCU 的其他功能模块	253
12.1	CONFIG 寄存器	253
12.2	时钟发生模块与锁相环	254
12.2.1	PLL 的基本概念	255
12.2.2	MC68HC908GP32 的 CGM 结构及外部连接器件	256
12.2.3	CGM 的编程基础	258
12.2.4	PLL 参数计算与编程步骤	262
12.2.5	初始化及 PLL 编程实例	263
12.3	中断	265
12.3.1	中断源与中断向量地址	265
12.3.2	$\overline{\text{IRQ}}$ 引脚中断	267
12.3.3	断点模块与软件中断指令	267
12.4	复位与系统集成模块	268
12.4.1	复位	268
12.4.2	系统集成模块	268
12.5	低功耗模式与看门狗功能	269

12.5.1	低功耗模式	269
12.5.2	系统正常操作监视模块	270
12.6	监控模块 MON	271
12.7	定时基模块	272
第 13 章	LCD 与 LED 编程	273
13.1	LCD 概述	273
13.1.1	LCD 的特点	273
13.1.2	LCD 的分类	274
13.2	点阵字符型 LCD 的接口特性	274
13.2.1	点阵字符型 LCD 模块的基本特点	275
13.2.2	HD44780 的引脚与时序	275
13.2.3	HD44780 的编程结构	277
13.2.4	HD44780 的指令集	279
13.3	点阵字符型 LCD 编程实例	280
13.3.1	LCD 编程汇编程序例	281
13.3.2	LCD 编程 C 语言程序例	286
13.4	数码管编程实例	288
13.4.1	扫描法 LED 显示编程原理	288
13.4.2	接口编程实例	290
 第 3 部分 常用外部设备的应用扩展		
第 14 章	USB 接口	296
14.1	USB 通信基本知识概要	296
14.1.1	有关基本概念	296
14.1.2	USB 总线标准	299
14.2	USB 的通信协议	299
14.2.1	包	300
14.2.2	封包格式	301
14.2.3	事务	302
14.2.4	控制传输	304
14.2.5	设备列举	305
14.3	USB 模块的编程方法	309
14.3.1	USB 功能模块	310
14.3.2	USB 复位信号	310
14.3.3	USB 悬挂	310
14.3.4	USB 低速设备	311
14.3.5	USB 寄存器	311

14.3.6	USB 中断	317
14.3.7	USB 接口初始化与数据的收发编程	318
第 15 章	CAN 通信接口	327
15.1	现场总线概述	327
15.2	CAN 技术规范	328
15.2.1	CAN 的基本概念	328
15.2.2	CAN 总线的位数值表示与通信距离	329
15.2.3	报文传输和帧结构	330
15.2.4	错误处理	333
15.2.5	故障界定	334
15.2.6	位定时与同步	334
15.3	MSCAN08 模块及其外围接口硬件电路	335
15.3.1	MSCAN08 模块	335
15.3.2	总线驱动芯片 PCA82C250	336
15.3.3	MSCAN08 通信接口硬件电路	337
15.3.4	MSCAN08 编程原理	337
15.4	MSCAN08 模块的编程结构	338
15.4.1	报文存储	338
15.4.2	控制寄存器	340
15.4.3	CAN 接口初始化与 CAN 报文收发编程的基本方法	348
15.5	MSCAN08 编程实例	350
第 16 章	08 系列 MCU 编程器的开发	355
16.1	编程器技术基础	355
16.1.1	HC08 系列 MCU 的监控模式	355
16.1.2	HC08 系列 MCU 的监控 ROM 程序	356
16.1.3	HC08 系列 MCU 在监控模式下的工作过程	357
16.1.4	HC08 系列 MCU 的监控命令	359
16.2	HC08 系列 MCU 编程器的实现方法	361
16.2.1	HC08 编程器硬件设计方案	361
16.2.2	HC08 编程器软件设计思想	362
16.3	HC08 系列 MCU 编程器实例	363
16.3.1	硬件设计	363
16.3.2	主控 MCU 发送和接收 1 个字节子程序	364
16.3.3	主控 MCU 发送保密字节	366
16.3.4	发送监控命令	367
16.3.5	针对目标芯片 JB8 的编程	368

16.3.6	基板中主控 MCU 的编程	371
16.4	HCS08 系列 MCU 编程器原理	374
16.4.1	两种系列 MCU 的结构差异	374
16.4.2	激活的背景工作模式	375
16.4.3	数据通信格式	375
16.4.4	BDC 命令	378
第 17 章	工业以太网	380
17.1	工业以太网概要	380
17.1.1	技术概要	380
17.1.2	工业以太网的优势	381
17.1.3	工业以太网互连模型	382
17.1.4	工业以太网技术应解决的问题及相关措施	383
17.2	8 位 MCU 的嵌入式以太网接口设计实例	384
17.2.1	嵌入式以太网接口分析	385
17.2.2	硬件设计	388
17.2.3	工业以太网接口驱动程序设计	388
第 18 章	非接触式 IC 卡及其读写设备	395
18.1	智能卡基本知识概要	395
18.1.1	关于智能卡	395
18.1.2	智能卡的接口设备	396
18.1.3	智能卡的国际标准	396
18.2	非接触式 IC 卡	397
18.2.1	非接触式 IC 卡	397
18.2.2	非接触卡的应用	398
18.2.3	非接触式 IC 卡 Mifare	399
18.2.4	非接触式 IC 卡标准 ISO/IEC 14443	401
18.3	非接触式 IC 卡读写设备设计	402
18.3.1	概述	402
18.3.2	硬件设计	404
18.3.3	低端软件设计	408
18.3.4	计算机软件设计	415

附 录

附录 A	GP32 寄存器及中断向量简表	417
附录 B	MC9S08GB60 的寄存器和向量表	422

附录 C CPU08 按字母索引的指令系统	427
附录 D HC08 标准头文件(GP32-汇编语言用)	437
附录 E HC08 标准头文件(GP32-C 语言用)	439
附录 F 08C 函数库	441
附录 G 射频读写芯片 MF RC500 寄存器	445
参考书目	448

相关基础知识及 08 系列

第 1 部分

单片机入门

相关基础知识及 08 系列

本书主要介绍单片机的基础知识，包括单片机的组成、工作原理、应用等。本书可作为单片机初学者入门教材，也可供从事单片机工作的工程技术人员参考。

相关基础知识及 08 系列

本书主要介绍单片机的基础知识，包括单片机的组成、工作原理、应用等。本书可作为单片机初学者入门教材，也可供从事单片机工作的工程技术人员参考。

相关基础知识及 08 系列

本书主要介绍单片机的基础知识，包括单片机的组成、工作原理、应用等。本书可作为单片机初学者入门教材，也可供从事单片机工作的工程技术人员参考。