

21 世纪高等院校计算机技术教学丛书 (2)

单片机原理及其 嵌入式应用教程

王宜怀 编著
朱巧明 审

突出应用主题

具备理论先进性与后续性

贯彻可行性与熟练技巧培养



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

21 世纪高等院校计算机技术教学丛书 (2)

单片机原理及其 嵌入式应用教程

王宜怀 编著
朱巧明 审

突出应用主题

具备理论先进性与后续性

贯彻可行性与熟练技巧培养



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

电话: (010) 82675588(总机) 传真: (010) 82675588

内 容 简 介

本书是教育部世界银行贷款 21 世纪初高等理工科教育教学改革项目中《以培养创新人才为目标的地方院校计算机科学与技术专业教学改革的研究与实践》项目成果之一，是“21 世纪高等院校计算机技术教学”丛书中的一本。

本书是单片机原理及应用课程的教材，它以 Motorola 的新一代单片机 M68HC08 系列为教学蓝本，该系列型号丰富，不断推出适用于不同场合的新型号，但各种型号的指令系统完全一致，使得以 M68HC08 系列单片机为学习蓝本的读者在实际应用时有较大的选择余地。本书以该系列中的一种通用型号 MC68HC908GP32 为例介绍单片机原理及其嵌入式应用。全书以实际应用方法为主线展开，由浅入深地介绍 MC68HC908GP32 单片机及其嵌入式应用，包括 CPU、并行 I/O、串行通信接口、串行外设接口、定时器、Flash 在线编程、A/D 模块、键盘编程、系统设置等内容，各个功能均配有实例。本书包括的具体应用实例有：单片机与字符式液晶显示器的接口，高位 A/D、D/A 扩展设计，IC 卡读写系统等。以上实例均提供了可供直接引用的程序源代码。每章都附有习题，供课后练习。作者单位还研制了一套 SD-1 型嵌入式单片机 MC68HC908GP32 在线编程实验系统。

本书既可作为高等院校计算机专业相关课程的教材，也可供从事单片机及其嵌入式应用的技术开发人员参考，还适合接受职业教育的读者。对于希望自学单片机及其嵌入式应用的读者来说，本书提供的实例对实际学习过程将有良好的帮助。

系 列 书 名：21 世纪高等院校计算机技术教学丛书（2）

书 名：单片机原理及其嵌入式应用教程

总 策 划：北京希望电子出版社

文本著作者：王宜怀 编著 朱巧明 审

责 任 编 辑：杨敏

出版、发行者：北京希望电子出版社

地 址：北京市海淀区知春路 63 号卫星大厦三层 100080

网址: www.bhp.com.cn

E-mail: lxr@bhp.com.cn

电 话：010-62520290, 62521724, 62528991, 62630301, 62524940, 62521921, 82610344

（发行）010-82675588-202（门市） 010-82675588-501, 82675588-201（编辑部）

经 销：各地新华书店、软件连锁店

排 版：希望图书输出中心 邓姣龙

文本印刷者：北京广益印刷有限公司

开本 / 规格：787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.375 印张 403 千字

版次 / 印次：2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数：0001~5000 册

本 版 号：ISBN 7-900101-76-4

定 价：23.00 元

说明：凡我社产品如有残缺，可执相关凭证与本社调换。

21 世纪高等院校计算机技术教学丛书

编委会成员名单

顾问委员：（以姓氏笔划为序）

刘 璟	教授	南开大学
何炎祥	教授	武汉大学
施伯乐	教授	复旦大学
钱培德	教授	苏州大学

主任委员：左孝凌 教授 上海交通大学

副主任委员：徐汀荣 教授 苏州大学

委员：（以姓氏笔划为序）

左孝凌	教授	上海交通大学
朱巧明	教授	苏州大学
宋方敏	教授	南京大学
余雪丽	教授	太原理工大学
徐汀荣	教授	苏州大学
陶树平	教授	同济大学
崔志明	教授	苏州大学
曾 明	教授	西安交通大学
谢康林	教授	上海交通大学

序

本丛书是苏州大学主持的高等院校计算机技术教学丛书，其编委会聚集了国内很多院校的专家，编委会为本丛书的组织、审定起到集思广益、推波助澜的作用。

苏州大学建校百年，蜚声海内外，学校治学严谨、理论底蕴深厚，理科各系，久负盛名。近年来学校多次调整院系，全校各系蓬勃发展，尤其是电子信息各科发展迅速。当前信息时代，信息技术的应用已经深入各行各业，而苏州大学更以信息技术的应用作为各个专业的发展之本。

发展信息技术，苏州大学具有以下三个方面的独特优势：

一是苏州大学计算机工程系成立于1987年10月，至今已15年，这正是信息科学突飞猛进的时期。当前计算机技术的应用已经遍及生产、生活各个方面，苏州大学计算机工程系顺时应势，使全系的学科科研迅速崛起。目前系内除有211工程重点建设的计算机应用学科外，还有江苏省重点实验室（计算机信息处理技术实验室）以及纵横汉字信息技术研究所、多媒体应用技术研究所等，在国内外极具影响的研究机构。苏州大学计算机工程系现有博士点一个、硕士点两个，这些都显示了该系具有强劲的得天独厚的科研教育环境。

二是苏州大学地处“天堂”苏州，南邻上海，北依南京，近年新加坡和中国在苏州合建工业园区，而世界著名信息公司Motorola也移师毗邻，使苏州成为其主要研发基地。现在苏州已经成为世界信息技术产业中心之一，信息技术产业产值已达一千亿元以上。苏州大学身临其境，近水楼台，耳濡目染，凭借着培养人才的基础以及软件开发的优势，为新加坡工业园区的建设以及Motorola的芯片研发等项目进行了广泛的优势互补的合作。

三是十几年来信息技术一直是苏州大学发展重点，校长钱培德教授是国内著名信息技术学科的学术带头人，强将手下无弱兵。在苏州大学有一批奋发有为、敬业创新在教学科研上崭露头角的中青年教师队伍，他们把长期从事科学研究的经验与信息教学的实践紧密结合起来编写了一套以理论底蕴为基础，面向应用为目标，充分反映当前计算机进展的实用教材。本丛书即是重要组成部分。

本丛书包括现代软件工程、单片机技术、数据库系统及SYBASE技术、计算机组网技术、计算机图形图像技术、Delphi程序设计、Java程序设计、计算机网页设计等。这些教材有的是计算机专业核心教材，有的是电子类相关专业的实用性应用教材。这套丛书的立足点是以计算机教学应用为主体，也能反映当前的发展动向，在理论上具有先进性和后续性，而在教学实践中努力贯彻可行性和熟练技巧培养。为了改革精简教学内容，突出应用主题，我们把网络原理等大课，分解为组网技术和网页设计等不同主题，以便适应有关专业的不同需要。

我们感谢北京希望电子出版社领导对本套丛书的立题、审稿、编辑、出版等做的大量工作。编委会希望广大读者能够指出丛书中的各种疏漏，期望这套丛书能在信息技术日新月异飞速发展的年代起到一点卵石铺路的作用。

高等院校计算机技术教学丛书编委会 左孝凌

2002年8月

前 言

本书系教育部世行贷款 21 世纪初理工科教育教学改革项目——《以培养创新人才为目标的地方院校计算机科学与技术专业教学改革的研究与实践》的成果之一，是苏州大学主持编写的高等院校计算机技术教学丛书之一。适合于高等院校“单片机原理及其嵌入式应用”课程的教材，亦可供从事单片机及嵌入式系统开发的技术人员使用。

单片机作为微型计算机的一个重要分支，其应用范围很广，发展也很快，它已成为在现代电子技术、计算机应用、自动控制与计量测试、数据采集与信号处理等技术中日益普及的一项新兴技术，应用范围十分广泛。对于计算机专业的学生来说，即使暂时没有从事单片机的应用与开发，学习单片机也有很重要的意义。学习它，不仅为将来可能从事该方面的开发打下基础，另一方面，由于单片机作为微型计算机的一个种类，麻雀虽小，五脏俱全，可以把它当作微型计算机的一个简化模型来看待，学习单片机可以加深对微型计算机工作原理的理解，更加清楚计算机的脉络。

单片机的出现到现在已有二十多年历史了，我国高校的单片机教学与研究也经历了 20 年左右的历程。这期间单片机本身快速发展，单片机教学的内容也在不断更新。这不仅体现在单片机的型号从早期的以 Z-80 为主转到以 MCS-51 为主，目前有了多元化的发展趋势，同时也体现在外围接口芯片(如 A/D、D/A 芯片等)日新月异，性能价格比的不断提高。

多年来，Motorola 公司的单片机在国际市场上的占有率位居第一，但是由于没有及时进入中国，我国单片机教学与应用绝大多数先是 Z-80 后是 MCS-51，这与日益扩展的单片机类型的实际应用情况并不相符，从某种角度来说，不利于单片机的应用扩展。Motorola 公司的单片机种类齐全，应用于不同的场合，具有较大的适应性。因此，Motorola 公司的单片机应该在我国单片机应用领域发挥较大作用。目前，Motorola 公司推出了新一代单片机 M68HC08 系列，具有更高的性能价格比。该公司正积极进行在我国的推广工作，国内的 M68HC08 系列单片机的教学与科研将陆续展开。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。从 2000 年开始，我们的单片机课程的教学转向以 M68HC08 系列单片机为蓝本。苏州大学是国内第一批在本科生中进行 M68HC08 系列单片机教学的高校，因此，教学参考资料较少，我们参考技术手册通过逐个模块的编程实验，编写了讲义进行教学。经过几轮教学充实，加上两年来的科研开发积累的经验，作者在原讲义的基础上，又参考了已经出版的 M68HC08 系列单片机的教科书，结合实际开发体会，编写了本书。

本书的主要特点是：

1. 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，更容易理解，当然，本课程主要目的还是掌握应用方法。

2. 符合学习循序渐进过程、由浅入深原则，突出以实例教学特色。因为这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先用后学。例如，系统初始化涉及原理性内容较多，初始时讲述这些内容学生难以理解，但要执行实际程序就必须进行初始化，本书

采取首先直接给出初始化程序段,不要求学生在入门时掌握,此内容放后。使学习过程尽快进入到实例展示与编程阶段。

3. 提供可验证的源程序。为了使学生在较短的时间内掌握单片机及其嵌入式应用的基本内容及开发方法,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。这是因为作者在多年的教学与科研实践中深深体会到,一个新的 MCU,一个新的可编程芯片,也许由于作者给出的编程例子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烦恼。

4. 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内容及实例。例如高位 A/D 扩展设计、高位 D/A 扩展设计、LCD 编程、IC 卡读写系统等。使希望进一步提高的读者,能够获得一些实例借鉴。

5. 将技术难点通过直观的方法进行体现。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,运行结果采用指示方式,介绍串行通信编程之后,则采用将运行结果设计成通过串行口发向 PC 机,通过 PC 机方程序显示运行结果或过程。

全书共分 14 章,前四章为第一部分,主要介绍单片机与嵌入式系统的概念、单片机与嵌入式系统概述、MC68HC908GP32 单片机的基本结构、寻址方式与指令系统、M68HC08 程序设计基础;第 5 章至第 8 章为第二部分,分别是基本输入输出、串行异步通信、串行外设接口、LCD 显示器接口技术;第 9 章至第 14 章为第三部分,分别是 Flash 存储器在线编程、定时接口模块、系统设置及其它功能模块、设计应用举例——IC 卡读写系统、MCS-51 系列 MCU 简介。书末的附录为指令索引,供查阅。

教学建议:教学可分为三个阶段,前四章作为一个阶段,学习基本结构、指令系统、基本编程,约占总课时的 1/5,第二阶段为第 5 章至第 8 章,学习 I/O 口编程、键盘编程、A/D 转换编程、SCI、SPI 等,第 8 章为应用实例 LCD 编程,这是本书主要内容,对于少课时的院校,重点放在这一部分。这一部分应配合实验逐步进行。一般情况下,第二阶段占总课时的 2/5。第三阶段为第 9 章至第 14 章,这是相对较深的内容,涉及定时器功能、输入捕捉、输出比较、Flash 在线编程、PLL、系统设置、低功耗等问题,给出了 IC 卡读写系统作为应用实例,供参考。最后一章给出了国内高校教学中使用较多的 MCS-51 系列单片机的简介,可安排一次讲座,以便了解不同单片机的异同点。

在本书的编写过程中,参考和引用了国内外科学工作者的许多成果,得到了 Motorola 半导体亚太区总部的金功九博士的支持,本书主审朱巧明教授仔细阅读了全书,提出了许多宝贵意见和建议,同时得到了徐汀荣教授的大力支持和帮助,特在此表示深深的谢意。研究生蔡柏良、刘晓升、戴晓静协助书稿整理,在此一并致谢。

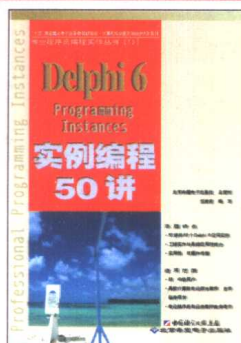
虽然作者进行过多年的单片机原理及其嵌入式应用的教学与科研工作,也力求以适合教学特点的态度来写好本书,但鉴于作者水平有限,书中难免存在不足和错误之处,恳望读者提出宝贵意见和建议,以便改进。

为了更好地辅助教学,苏州大学计算机工程系还研制了一套 SD-1 型嵌入式单片机 MC68HC908GP32 在线编程实验开发系统,如有需要,可与张志平老师(0512-65214835)联系。

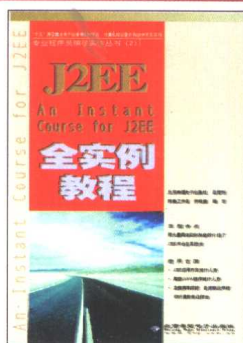
作者

2002 年 3 月于苏州大学

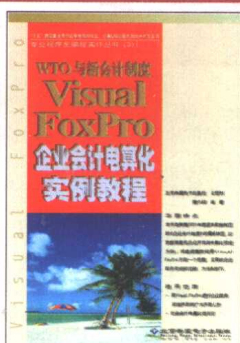
专业程序员快速成长之路



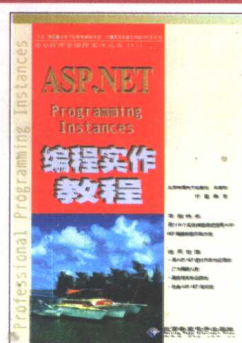
CX-3725
定价: 39.00 元
ISBN: 7900088962



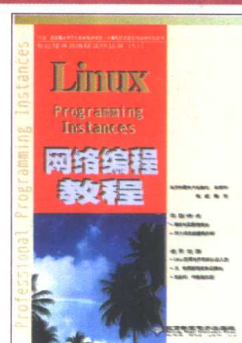
CX-3770
定价: 55.00 元
ISBN: 7900101330



CX-3763
定价: 23.00 元
ISBN: 7900101136



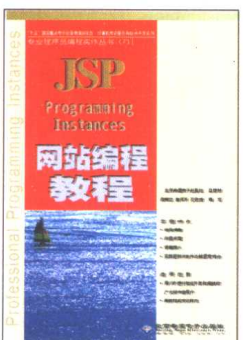
CX-3779
定价: 33.00 元
ISBN: 7900101179



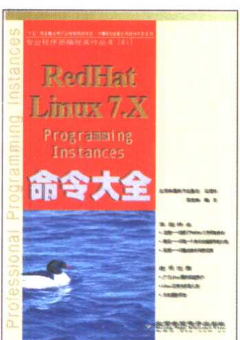
CX-3786
定价: 52.00 元
ISBN: 7900101241



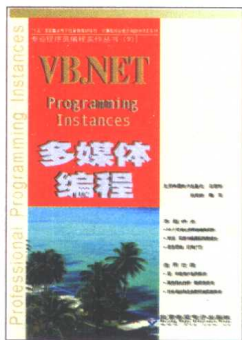
CX-3791
定价: 33.00 元
ISBN: 7900101292



CX-3796
定价: 39.00 元
ISBN: 7900101322



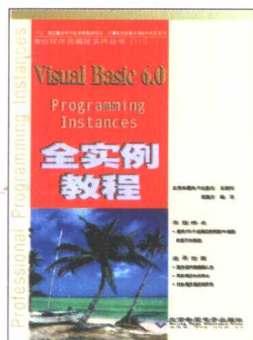
CX-3797
定价: 50.00 元
ISBN: 7900101314



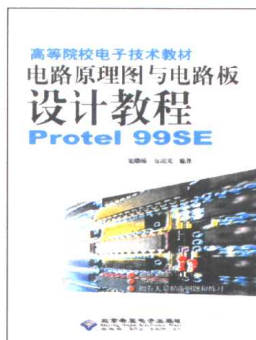
CX-3830
定价: 48.00 元
ISBN: 7900101357



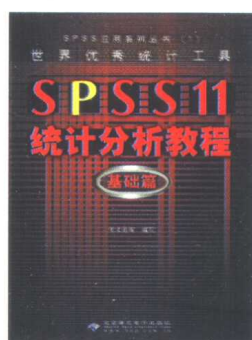
CX-3835
定价: 42.00 元
ISBN: 7900101373



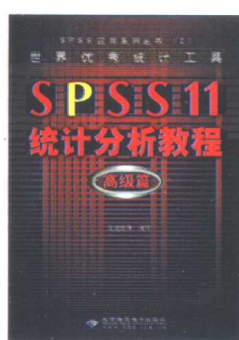
CX-3769
定价: 33.00 元
ISBN: 7900101063



CX-3774
定价: 35.00 元
ISBN: 7900101942



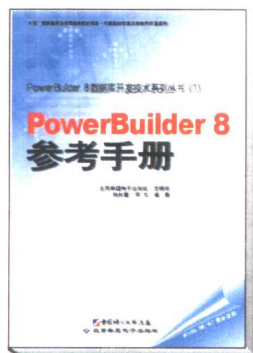
CX-3783
定价: 35.00 元
ISBN: 7900101225



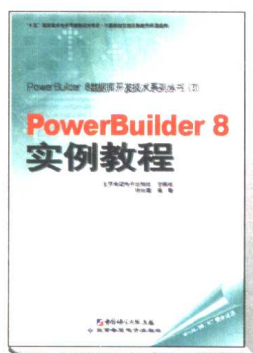
CX-3784
定价: 40.00 元
ISBN: 7900101233



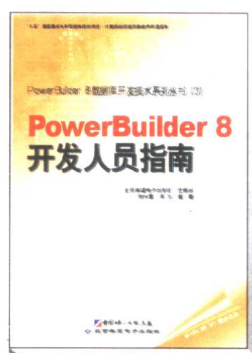
CX-3760
定价: 25.00 元
ISBN: 790008889X



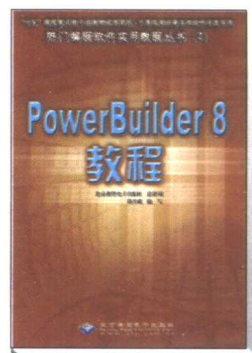
CX-3702
定价: 78.00 元
ISBN: 7900088830



CX-3703
定价: 42.00 元
ISBN: 7900088849



CX-3839
定价: 66.00 元
ISBN: 7900101411



CX-3852
定价: 33.00 元
ISBN: 7900101810



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhpe.com.cn

社址: 北京海淀知春路 63 号卫星大厦三层
通信地址: 北京中关村 083 信箱 (100080)
电话: (010) 82675588 (总机) 传真: (010) 62520573



北京希望电子出版社

Beijing Hope Electronic Press

www.bhpe.com.cn

(CTEC)(微软全球认证系统工程师)中文版标准教材系列

您也想获取美国微软工程师资格证书吗？请选用下列图书

- 1 Microsoft Windows 2000 网络和操作系统基础(课程号: 2151A)
CX-3877 ISBN:900118101 定价: 47.00 元 / 微软 / 2002.8 273 页(本版 CD)
- 2 实现 Microsoft Windows 2000 Professional 和 Server(课程号: 2152A)
CX-3878 ISBN:90011811X 定价: 67.00 元 / 微软 / 2002.8 569 页(本版 CD)
- 3 实现 Microsoft Windows 2000 网络基础结构(课程号: 2153A)
CX-3879 ISBN:900118128 定价: 71.00 元 / 微软 / 2002.8 616 页(本版 CD)
- 4 Microsoft Windows 2000 目录服务基础结构设计与管理(课程号: 2154A)
CX-3880 ISBN:900118136 定价: 63.00 元 / 微软 / 2002.8 528 页(本版 CD)
- 5 Microsoft Windows 2000 目录服务基础结构设计(课程号: 1561B)
CX-3881 ISBN:900118144 定价: 35.00 元 / 微软 / 2002.8 196 页(本版 CD)
- 6 Microsoft Windows 2000 网络服务基础结构设计(课程号 1562B)
CX-3882 ISBN:900118152 定价: 60.00 元 / 微软 / 2002.8 464 页(本版 CD)
- 7 Microsoft Windows 2000 网络安全设计(课程号 2150A)
CX-3883 ISBN:900118160 定价: 63.00 元 / 微软 / 2002.8 453 页(本版 CD)
- 8 Microsoft SQL Server 2000 使用 Transact-SQL 进行数据库查询(课程号 2071A)
CX-3884 ISBN:900118179 定价: 43.00 元 / 微软 / 2002.8 271 页(本版 CD)
- 9 Microsoft SQL Server 2000 数据库管理(课程号 2072A)
CX-3885 ISBN:900118187 定价: 63.00 元 / 微软 / 2002.8 473 页(本版 CD)
- 10 Microsoft SQL Server 2000 数据库编程(课程号 2073A)
CX-3886 ISBN:900118195 定价: 67.00 元 / 微软 / 2002.8 533 页(本版 CD)
- 11 管理 Microsoft Windows 2000 网络环境(课程号: 2126A)
CX-3887 ISBN:900118209 定价: 53.00 元 / 微软 / 2002.8 372 页(本版 CD)
- 12 实现和支持 Microsoft Windows XP Professional
CX-3888 ISBN:900118217 定价: 51.00 元 / 微软 / 2002.8 344 页(本版 CD)



目 录

第 1 章 单片机与嵌入式系统概述	1
1.1 单片机与嵌入式系统的基本含义	1
1.1.1 单片机的含义	1
1.1.2 嵌入式系统的含义	2
1.1.3 单片机的主要应用领域	3
1.2 单片机发展及应用概况	3
1.2.1 单片机的发展简史	3
1.2.2 单片机在我国的应用简况	4
1.2.3 单片机发展的新特点	5
1.3 单片机的选型原则	5
1.3.1 了解单片机对应用系统的适用性	6
1.3.2 了解单片机的可购买性	7
1.3.3 了解单片机的可开发性	7
1.4 如何学习单片机	8
1.5 M68HC08 系列单片机简介	9
1.5.1 Motorola 单片机的命名规则	9
1.5.2 Motorola M68HC08 系列单片机的基本结构与性能	9
1.6 相关基础知识概要	11
1.6.1 数字电路中几个名词解释	11
1.6.2 门电路基础	12
1.6.3 单片机中常用的数制及其转换	14
练习与思考题	16
第 2 章 MC68HC908GP32 单片机的基本结构	17
2.1 MC68HC908GP32 单片机的性能概述	17
2.2 内部结构简图与引脚功能	18
2.2.1 内部结构简图	18
2.2.2 GP32 单片机的引脚功能	19
2.3 M68HC08 系列单片机的 CPU	20
2.4 GP32 单片机存储器组织	23
2.4.1 RAM 区域及其作用	23
2.4.2 映像寄存器名及简明含义	23
2.4.3 36 字节的 Flash 向量区 (中断向量)	28
练习与思考题	29
第 3 章 寻址方式与指令系统	30
3.1 寻址方式	30
3.2 数据传送类指令	34
3.2.1 取数指令	34
3.2.2 存数指令	35
3.2.3 堆栈操作指令	36

3.2.4	寄存器间数据传送指令	37
3.2.5	存储器间数据传送指令	37
3.3	算术类指令	37
3.3.1	加法指令	37
3.3.2	减法指令	38
3.3.3	乘/除法指令	39
3.3.4	加1/减1指令	39
3.3.5	求补/求反指令	39
3.3.6	比较指令	40
3.3.7	其他算术指令	41
3.4	逻辑运算类指令	42
3.5	位操作类指令	43
3.6	移位类指令	44
3.6.1	单向移位指令	44
3.6.2	循环移位指令	45
3.7	程序控制类指令	46
3.7.1	一般转移指令	46
3.7.2	特殊转移指令	47
3.7.3	跳转指令	47
3.8	其他指令	48
	练习与思考题	49
第4章	M68HC08 程序设计基础	51
4.1	ASM08 编译器	51
4.1.1	概述	51
4.1.2	汇编语言源程序的格式	51
4.1.3	伪操作指令	53
4.2	ASM08 汇编过程涉及的文件	54
4.3	M68HC08 单片机程序设计举例	58
4.4	ASM08 编译器汇编指示命令	65
	练习与思考题	67
第5章	基本输入输出	68
5.1	并行 I/O 口	68
5.1.1	概述	68
5.1.2	A 口	68
5.1.3	B 口	70
5.1.4	C 口、D 口和 E 口	70
5.2	并行 I/O 口编程举例	72
5.3	键盘与键盘中断口	75
5.3.1	键盘的基本问题	75
5.3.2	MC68HC908GP32 单片机的键盘中断模块	76
5.4	键盘中断编程举例	77
5.5	MC68HC908GP32 单片机内部的 A/D 转换器	84
5.5.1	概述	84

5.5.2	A/D 转换模块的寄存器	84
5.5.3	A/D 转换编程举例	85
	练习与思考题	86
第 6 章	串行异步通信	87
6.1	串行通信基本知识概要	87
6.1.1	有关名词	87
6.1.2	RS.232 串行接口	91
6.1.3	串行异步通信接口电路设计	93
6.2	MC68HC908GP32 单片机串行通信接口	93
6.2.1	SCI 的寄存器	93
6.2.2	初始化与收发编程基本方法	97
6.3	串行通信编程实例	98
6.3.1	单片程序	98
6.3.2	PC 机程序	101
	练习与思考题	103
第 7 章	串行外设接口	105
7.1	SPI 基本工作原理	105
7.2	MC68HC908GP32 单片机的 SPI 引脚与基本工作过程	106
7.2.1	SPI 的引脚名称	106
7.2.2	SPI 的寄存器	107
7.2.3	SPI 编程基本方法	109
7.3	SPI 应用实例——高位 A/D 扩展接口	110
7.3.1	TLC2543 芯片简介	110
7.3.2	TLC2543 与 GP32 单片机接口扩展	112
	练习与思考题	116
第 8 章	LCD 显示器接口技术	117
8.1	LCD 概述	117
8.1.1	LCD 的特点	117
8.1.2	LCD 的分类	118
8.2	点阵字符型 LCD 的接口特性	118
8.2.1	点阵字符型液晶显示模块的基本特点	119
8.2.2	HD44780 的引脚与时序	119
8.2.3	HD44780 的编程结构	121
8.2.4	HD44780 的指令集	123
8.3	点阵字符型 LCD 编程实例	125
8.3.1	8 位移位寄存器 74HC164	125
8.3.2	MCU 与 LCD 的电路连接	125
8.3.3	LCD 编程举例	126
	练习与思考题	131
第 9 章	Flash 存储器在线编程	132
9.1	Flash 存储器概述与编程模式	132
9.1.1	Flash 存储器的基本特点与编程模式	132
9.1.2	M68HC08 系列单片机 Flash 存储器的特点与编程模式	133

9.2	MC68HC908GP32 单片机 Flash 存储器编程方法	134
9.2.1	Flash 存储器编程的基本概念	134
9.2.2	Flash 存储器的编程寄存器	135
9.2.3	Flash 存储器的编程过程	137
9.3	MC68HC908GP32 单片机 Flash 在线编程实例	139
9.3.1	Flash 存储器的擦除及写入子程序	139
9.3.2	Flash 存储器的在线编程实例	144
	练习与思考题	153
第 10 章	定时接口模块	154
10.1	计数器/定时器的基本工作原理	154
10.1.1	实现计数与定时的基本方法	154
10.1.2	MC68HC908GP32 MCU 的定时接口的基本原理概述	155
10.2	定时器模块的编程基础	157
10.2.1	定时器模块的 3 个基本寄存器	157
10.2.2	定时器模块的基本应用举例	158
10.3	定时器模块的输入捕捉功能	160
10.3.1	输入捕捉的基本含义	160
10.3.2	输入捕捉的寄存器	161
10.3.3	输入捕捉中断编程实例	163
10.4	定时器模块的输入比较功能	165
10.4.1	输入比较的基本含义	165
10.4.2	输出比较的寄存器	165
10.4.3	不带缓冲输出比较与带缓冲的输出比较	166
10.5	定时器模块的脉宽调制输出功能	167
10.5.1	脉冲宽度调制输出的基本含义	167
10.5.2	不带缓冲脉宽调制输出与带缓冲脉宽调制输出	167
	练习与思考题	168
第 11 章	时钟发生模块 CGM	170
11.1	锁相环 PLL 的基本概念	170
11.2	MC68HC908GP32 的 CGM 结构及外部连接	171
11.2.1	CGM 的结构框图	172
11.2.2	CGM 的外部连接及 I/O 信号	173
11.3	CGM 的编程基础	174
11.3.1	CGM 的寄存器	174
11.3.2	PLL 编程方法	178
	练习与思考题	179
第 12 章	系统设置及其他功能模块	180
12.1	系统初始化设置	180
12.1.1	CONFIG 寄存器	180
12.1.2	系统初始化设置实例	182
12.2	中断、复位、低功耗模式	183
12.2.1	中断	183
12.2.2	复位	184

12.2.3 低功耗模式.....	185
12.3 其他功能模块简介.....	187
12.3.1 系统正常操作监视模块.....	187
12.3.2 系统集成模块 SIM.....	187
12.3.3 断点模块.....	188
12.3.4 监控模块 MON.....	188
12.3.5 定时基模块.....	189
练习与思考题.....	189
第 13 章 设计应用举例——IC 卡读写系统.....	190
13.1 SLE4442 卡简介.....	190
13.2 SD.2001 型读写卡器的设计.....	194
13.2.1 SD.2001 型读写卡器的硬件设计.....	194
13.2.2 SD.2001 型读写卡器的软件设计.....	195
13.3 PC 机部分程序设计.....	213
13.3.1 功能界面.....	213
13.3.2 源程序代码.....	214
练习与思考题.....	225
第 14 章 MCS.51 系列 MCU 简介.....	226
14.1 MCS.51 系列 MCU 体系结构.....	226
14.1.1 MCS.51 的引脚功能.....	226
14.1.2 MCS.51 的中央处理器 CPU 与存储器组织.....	228
14.1.3 MCS.51 的定时/计数器.....	231
14.1.4 MCS.51 的串行口.....	232
14.1.5 MCS.51 MCU 中断系统.....	234
14.2 MCS.51 系列 MCU 指令系统.....	238
14.2.1 MCS.51 的指令格式与伪指令.....	238
14.2.2 寻址方式.....	239
14.2.3 MCS.51 指令系统.....	241
练习与思考题.....	251
附录 按字母索引的指令系统.....	252
参考文献.....	260

第1章

单片机与嵌入式系统概述

本书是以 Motorola M68HC08 系列单片机为蓝本介绍单片机原理及其嵌入式应用, 将针对教学过程, 按照由浅入深的原则展开。本章作为导引, 首先介绍单片机的含义、嵌入式系统的基本概念及单片机的应用领域等, 随后对单片机发展的历史进行简要的回顾, 特别对单片机在我国高校教学中的历程作了简要说明。第 1.3 节介绍了实际应用中选择单片机型号的几点一般性原则, 当然, 只能作为了解和参考。第 1.4 节针对单片机的学习特点提出几点要求, 也是单片机及其嵌入式应用的入门建议。第 1.5 节介绍了 Motorola 公司的单片机的命名规则及 M68HC08 系列单片机的基本结构与性能。由于本书以 M68HC08 系列中的一个具体型号 MC68HC908GP32 单片机为例阐述单片机原理和基本应用方法, 而 M68HC08 系列单片机的 CPU 是一致的, 因此指令系统是相同的, 所以首先对 M68HC08 系列的概貌有一个了解, 作为学习 Motorola 单片机及其嵌入式应用的开始。本章最后一节针对单片机及其嵌入式应用学习过程中的相关基础知识作一概要复习, 为更顺利学习提供基础。

1.1 单片机与嵌入式系统的基本含义

1.1.1 单片机的含义

单片机是单片微型计算机的简称, 早期的英文名是 Single-chip Microcomputer, 后来大多数称之为“微控制器”(MCU, Microcontroller Unit)或“嵌入式计算机”(Embedded computer)。本书后面的简写一律以 MCU 为准。MCU 的基本含义是: 在一块芯片上集成了中央处理单元(CPU)、存储器(RAM/ROM 等)、定时器/计数器及多种输入输出(I/O)接口的比较完整的数字处理系统。它的出现是大规模集成电路技术发展的产物。它广泛地应用于工业控制、通讯、智能化仪表等领域。

单片机的出现是计算机制造技术不断发展的产物, 它使计算机从海量数值计算进入到智能化控制领域。从此, 计算机技术在两个重要领域—通用计算机领域和嵌入式(Embedded)计算机领域都获得的极其重要的进展, 为计算机的应用开辟了更广阔的空间。

就单片机组成而言, 虽然它只是一块芯片, 但包含了计算机的基本组成单元, 仍由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五部分组成, 只不过这些都集成在一块芯片上, 这种结构使得单片机成为具有独特功能的计算机。

由于单片机具有体积小、价格低、稳定可靠等优点, 它的出现与迅速发展, 在控制系统领域, 发生了一场技术革命。单片机以其较高的性能价格比、灵活性等特点, 在嵌入式

微控制系统中具有十分重要的地位。在单片机出现之前,人们必须用模拟电路、数字电路实现大部分计算、控制功能,这样使得控制系统体积庞大,易出故障。单片机出现以后,情况就不同了,这些控制功能的绝大部分,已由单片机的软件实现。其他电子线路成为单片机的外围接口电路,承担着输入、输出、执行动作等功能,而计算、比较、判断等原来必须用电路实现的功能,现在用软件取代,大大地提高了系统的性能,这种控制技术称之为微控制技术。在微控制技术中,核心是单片机,其他部分以此而展开。

1.1.2 嵌入式系统的含义

(1) 嵌入式系统的由来

计算机是应数值计算的要求而诞生的。在计算机发展的早期,电子计算机技术一直是沿着满足高速数值计算的道路发展的。直到20世纪70年代,电子计算机在数字计算、逻辑运算与推理、信息处理以及实际控制方面表现出非凡能力后,在通信、测控、数据传输等领域,人们对计算机技术给予更大的期待。这些领域的应用与单纯的高速海量计算要求不同,主要表现在直接面向控制对象;嵌入到具体的应用体中,而不以计算机的面貌出现;能在现场可靠地运行;体积小,应用灵活;突出控制功能,特别是对外部信息的捕捉与丰富的I/O功能等。从此可以看出,满足这些要求的计算机与满足高速数值计算的计算机是不可兼得的,因此MCU得以产生并发展。通常,把满足海量高速数值计算的计算机称为通用计算机系统,而面向测控对象,嵌入到实际应用系统中,实现嵌入式应用的计算机称之为嵌入式计算机系统,简称嵌入式系统(Embedded System)。

从总体上说,通用计算机系统主要用于数值计算、信息处理,兼顾控制功能,而嵌入式计算机系统主要用于控制领域,兼顾数据处理。在一个综合系统中,会出现通用计算机系统与嵌入式计算机系统的结合,各自扮演不同的角色,共同完成系统任务。

(2) 单片机与嵌入式系统的关系

嵌入式系统是面向测控对象,嵌入到实际应用系统中的计算机系统的统称。嵌入式系统通常有工控机、通用CPU模块、嵌入式微处理器(Embedded Processor)和嵌入式微控制器(Embedded Microcontroller)。前两者是基于通用计算机系统,即将通用计算机系统用于测控对象。后两者是基于芯片形态的计算机系统,其中嵌入式微处理器是在通用CPU基础上发展,增加满足测控对象要求的外围接口电路,用于测控领域。而嵌入式微控制器则是在嵌入式系统的概念广泛使用后,给传统单片机定位的称呼。所以,可以说单片机是典型的嵌入式系统。

单片机从体系结构到指令系统都是按照嵌入式系统的应用特点专门设计的,它能很好地满足应用系统的嵌入、面向测控对象、现场可靠运行等方面的要求,因此由单片机构成的系统是发展最快、品种最多、数量最大、应用最广的嵌入式系统。

由于单片机有嵌入式应用的专用体系结构与指令系统,而且具有体积小、可靠性高等特点,又具有各种各样的型号,可以满足不同的需求,实际应用时,开发者可根据具体要求选用最佳型号的单片机嵌入到应用系统中。

1.1.3 单片机的主要应用领域

20 世纪 80 年代以来, 单片机的应用已深入到工业、农业、国防、科研、教育以及日常生活用品(家电、玩具)等各种领域, 以下简要罗列单片机的主要应用范围。

(1) 工业方面

电机控制、物理量的检测与处理、工业机器人、过程控制、教学控制、智能传感器、数据传送等。

(2) 仪器仪表方面

智能仪器仪表、医疗器械、色谱仪、示波器等。

(3) 民用方面

电子玩具、电子字典、记事簿、高级电子游戏机、录像机、电冰箱、洗衣机、抽湿机、消毒柜、照相机、空调机、电风扇、防盗控制等。

(4) 电讯方面

调制解调器、智能线路运行控制、程控电话交换机等。

(5) 导航控制方面

鱼雷制导控制、智能武器装置、导弹控制、航天导航系统、电子干扰系统等。

(6) 数据处理方面

图形终端、复印机、硬盘驱动器、磁带机、打印机、打字机等。

(7) 汽车方面

点火控制、变速控制、防滑刹车、排气控制、节能控制、保安控制、冷气控制、汽车报警控制、测试设备等。

1.2 单片机发展及应用概况

1.2.1 单片机的发展简史

单片机作为微型计算机的一个重要分支, 其应用范围很广, 发展也很快, 本节简要叙述单片机的发展历程以及在我国的应用概况。

1971 年 Intel 公司首次宣布 4004 的 4 位微处理器, 1974 年 12 月 Fairchild (仙童) 公司即推出了 8 位单片机 F8, 开创了单片机的初级阶段。1976 年 Intel 公司推出了 MCS-48 单片机, 它极大地促进了单片机的变革。1977 年 GI 公司推出了 PIC1650, 但此时还处于低性能单片机阶段。1978 年, Zilog 公司推出 Z8 单片机, 该公司的与 Z8 单片机指令类似的 Z80CPU 曾在其后的单片机市场流行多年。1980 年, Intel 公司在 MCS-48 的基础上, 推出了 MCS-51, 它使单片机的应用跃上了一个新台阶。从此之后, 其他公司的 8 位单片机也迅速发展起来。但到今天, MCS-51 系列单片机以及指令系统与其兼容的单片机仍然是 8 位单片机的主流品种之一。1983 年, Intel 公司开始推出 MCS-96 系列 16 位单片机。1988 年 Intel 公司推出了 MCS-96 系列中的 8098/8398/8798 单片机, 使 MCS-96 系列得到了一定