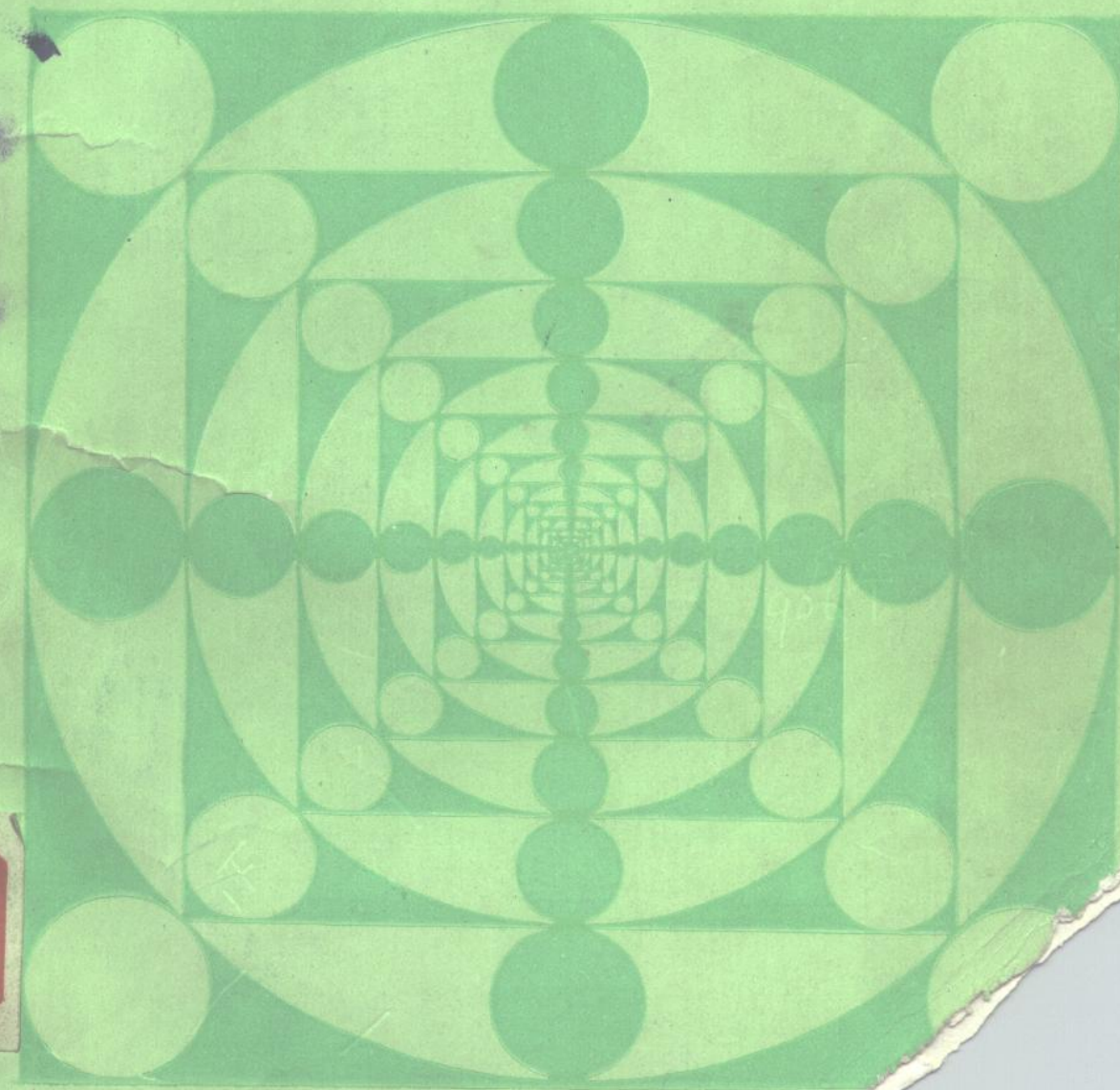


电子计算机应用系列教材

MCS-51 单片微型计算机

原理 · 接口技术 · 应用实例

吕能元 孙育才 杨 峰 编著



科学出版社

电子计算机应用系列教材

MCS-51单片微型计算机

原理·接口技术·应用实例

吕能元 孙育才 杨 峰 编著

科 学 出 版 社

1 9 9 3

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是电子计算机应用系列教材之一。书中全面系统地介绍 MCS-51 系列单片微机的原理、接口技术及应用实例。全书共十一章。内容包括：MCS-51 单片微机内部结构与工作原理，指令系统与程序设计，外部功能扩展与接口技术，应用系统的设计与调试，提高可靠性和抗干扰的措施，以及应用实例剖析和实验指导等。附录中介绍了 MCS-51 指令及其操作码、特殊功能寄存器地址等内容。

本书的特点是选材兼顾实用性和系统性，内容丰富，深入浅出。书中提供了大量实用电路和子程序，程序注释详细，便于读者学习运用。每章都附有思考题与习题，有助于读者掌握所学的知识。

本书可作为大专院校学生和在职科技人员学习计算机知识的教材，也可供计算机应用人员参考。

JS123/16

电子计算机应用系列教材 MCS-51 单片微型计算机

原理·接口技术·应用实例

吕能元 孙育才 杨 峰 编著

责任编辑 唐正必

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

北京朝阳区东华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1993 年 12 月 第 一 版 开本：787×1092 1/16

1993 年 12 月 第一次印刷 印张：23 1/2

印数：1—6 000

字数：534 000

ISBN 7-03-003309-4/TP·244

定价：14.40 元

2800140

电子计算机应用系列教材主持、组织编著单位

主持编著单位：

国务院电子信息系统推广应用办公室

组织编著单位（以笔划为序）：

广东、广西、上海、山东、山西、天津、云南、内蒙古、
四川、辽宁、北京、江苏、甘肃、宁夏、江西、安徽、 电子振兴
河北、河南、贵州、浙江、湖北、湖南、黑龙江、福建、计算机领导小组办公室
新疆、广州、大连、宁波、西安、沈阳、武汉、青岛、 科技工作
重庆、哈尔滨、南京等35省、市、自治区、计划单列市

电子计算机应用系列教材联合编审委员会名单

（以姓氏笔划为序）

主编审委员：

王长胤* 苏世生 何守才 陈有祺 陈莘萌* 邹海明* 郑天健
殷志鹤 童 颢 赖翔飞 （有“*”者为常务主编）

常务编审委员：

于占涛 王一良 冯锡祺 刘大昕 朱维华 陈火旺 陈洪陶 余 俊
李 祥 苏锦祥 佟震亚 张广华 张少润 张吉生 张志浩 张建荣
钟伯刚 胡秉光 高树森 徐洁盘 曹大铸 谢玉光 谢育先 韩兆轩
韩培尧 董继润 程慧霞

编审委员：

王升亮 王伦津 王树人 王振宇 王继青 王翰虎 毛培法 叶以丰
冯鉴生 刘开瑛 刘尚威 刘国靖 刘晓融 刘德镇 孙令举 孙其梅
孙耕田 朱泳岭 许震宇 何文兴 陈凤枝 陈兴业 陈启泉 陈时锦
邱玉辉 吴宇尧 吴意生 李克洪 李迪义 李忠民 迟忠先 沈林兴
肖金声 苏松基 杨润生 尚福德 张志弘 张银明 张 勤 张福源
张翼鹏 郑玉林 郑 重 郑桂林 孟昭光 林俊伯 林钧海 周俊林
赵振玉 赵惠溥 姚卿达 段银田 钟维明 袁玉馨 唐肖光 唐楷全
徐国平 徐拾义 康继昌 高登芳 黄友谦 黄 侃 程锦松 楼朝城
潘正运 潘庆荣

秘 书 组：

秘 书 长：胡茂生

副秘书长：何兴能 林茂荃 易 勤 黄雄才

序

当代新技术革命的蓬勃发展,带来社会生产力新的飞跃,引起整个社会的巨大变革。电子计算机技术是新技术革命中最活跃的核心技术,在工农业生产、流通领域、国防建设和科学研究方面得到越来越广泛的应用。

党的十一届三中全会以来,我国计算机应用事业的发展是相当迅速的。到目前为止,全国装机量已突破三十万台,十六位以下微型计算机开始形成产业和市场规模,全国从事计算机科研、开发、生产、应用、经营、服务和教学的科技人员已达十多万人,与1980年相比,增长了近八倍。他们在工业、农业、商业、城建、金融、科技、文教、卫生、公安等广阔的领域中积极开发应用计算机技术,取得了优异的成绩,创造了显著的经济效益和社会效益,为开拓计算机应用的新局面作出了重要贡献。实践证明,人才是计算机开发应用的中心环节。我们必须把计算机应用人才的开发与培养放在计算机应用事业的首位,要坚持不懈地抓住人才培养这个关键。

从目前来看,我国计算机应用人才队伍虽然有了很大的发展,但是这支队伍的数量和质量还远不适应计算机应用事业发展的客观需要,复合型人才的培养与教育还没有走上规范化、制度化轨道,教材建设仍显薄弱,培训质量不高。因此,在国务院电子信息系统推广应用办公室领导、支持下,全国三十五个省、市、自治区、计划单列市计算机应用主管部门共同组织118所大学和科研单位的400多位专家、教授编写了全国第一部《电子计算机应用人才培养大纲》以及与之配套使用的电子计算机应用系列教材,在人才培养和开发方面做了一件很有意义的工作,对实现培训工作规范化、制度化将起到很好的推动作用。

《电子计算机应用人才培养大纲》和电子计算机应用系列教材贯穿了从应用出发、为应用服务,大力培养高质量、多层次、复合型应用人才这样一条主线。大纲总结了近几年各地计算机技术培训正反两方面的经验,提出了计算机应用人才的层次结构、不同层次人才的素质要求和培养途径,制定了一套必须遵循的层次化培训办学规范,编制了适应办学规范的“课程教学大纲”。这部大纲为各地方、各部门、各单位制定人才培养规划和工作计划提供了原则依据,为科技人员、管理人员以及其他人员学习计算机技术指出了努力方向和步骤,为社会提供了考核计算机应用人才的客观尺度。“电子计算机应用系列教材”是培训大纲在教学内容上的展开与体现,是我国目前规模最大的一套计算机应用教材。教材的体系为树型结构,模块化与系统性、连贯性、完整性相兼容,教学内容注重实用性、工程性、科学性、并具有简明清晰、通俗易懂、方便教学、易于自学等特点,是一套很好的系列教材。

这部大纲和系列教材的诞生是各方面团结合作、群策群力的结果,它的公开出版和发行,对计算机应用人才的培训工作将起到积极的推动作用。希望全国各地区、各部门、各单位广泛运用这套系列教材,发挥它应有的作用,并在实践中检验、修改、补充和完善它。

通过培训教材的建设，把培训工作与贯彻国家既定的成人教育、函授教育、电视教育和科技人员继续工程教育等制度相结合，逐步把计算机应用人才的培训工作引向规范化、制度化轨道，为培养和造就大批高素质、多层次、复合型计算机应用人才而努力奋斗，更好地推动计算机应用事业向深度和广度发展。

李祥林

一九八八年十月十七日

前 言

随着微电子技术的日益进步,微型计算机向高性能的32位微机和适用于测控的单片微机两个方向迅速发展。单片微机是指在一块芯片上集成有CPU、ROM(或EPROM)、RAM、并行和串行I/O接口,以及定时器/计数器等多种功能部件的微型计算机,这种微型计算机也可称之为微控制器。它具有集成度高,可靠性高,性能价格比高,适应温度范围宽,抗干扰能力强,小巧、灵活,易于实现机电仪一体化等优点,现已广泛应用于检测、控制、智能化仪器仪表,以及生产设备自动化、家用电器等领域。

MCS-51是一个独立的高性能8位单片微机系列,它是在MCS-48系列的基础上进一步扩展功能而成的80年代高档产品,它具有明显的硬件结构特点,扩大了片内存贮器容量及外部寻址范围,新增了全双工串行I/O口和16位定时器/计数器,并增加了乘、除法运算功能,提高了运算速度等。因而适合于复杂的应用场合,成为功能很强的价廉物美的控制计算机。

近年来,在我国传统产业的技术改造和机电产品的更新换代中,MCS-51单片微机的应用越来越广泛,已引起了科技界的极大关注。为满足单片微机推广应用的需要,特编撰此书,奉献给读者。

本书选材力求注重实用性、系统性、先进性,有利于提高读者应用单片微机技术解决实际问题的能力。书中提供了大量实用电路,并给出元器件参数;同时还提供了大量实用子程序,并说明程序功能、硬件环境、流程图、入口和出口参数,便于读者查阅、引用。鉴于本课程实践性很强,特列第十一章实验指导,以辅导读者在学习过程中上机实习。每章末还附有思考题和习题,有利于读者巩固和深化所学知识。

本书第一至四章由孙育才编写,第五章和6.8, 7.2.4, 7.2.5, 7.2.6, 10.3节由杨峰编写,第六至十一章由吕能元编写。全书由吕能元统一整理。空军雷达学院王长胤教授对书稿内容提出了许多宝贵意见,编者在此表示衷心感谢。

吕能元

1992年8月

目 录

第一章 概述	1
1.1 单片微机的诞生和发展	1
1.2 Intel单片机系列简介	2
1.2.1 MCS-48系列单片机	2
1.2.2 MCS-51系列单片机	3
1.2.3 MCS-96系列单片机	4
1.3 单片机工业产品 (IGP) 概念	5
思考题与习题	5
第二章 MCS-51单片机内部结构	6
2.1 MCS-51单片机引脚功能说明	7
2.2 中央处理器 CPU	9
2.2.1 算术/逻辑运算部件——ALU	9
2.2.2 专用寄存器	9
2.2.3 振荡器、时钟电路及时序	11
2.3 并行 I/O 口结构及操作	12
2.3.1 并行 I/O 口的内部结构	14
2.3.2 读-修改-写操作	15
2.3.3 并行 I/O 口的写操作	16
2.3.4 并行 I/O 口的负载能力	16
2.3.5 总线	16
2.4 定时器/计数器	17
2.4.1 定时器控制与状态寄存器	17
2.4.2 定时方式	19
2.5 串行 I/O 口	21
2.5.1 串行 I/O 口控制与状态寄存器	21
2.5.2 串行 I/O 口的工作方式	22
2.5.3 PCON 中的波特率选择位	28
2.5.4 串行口	30
2.5.5 串行和多处理机通讯	32
2.6 中断系统	36
2.6.1 中断优先级	37
2.6.2 中断管理	38
2.6.3 外部中断	40
2.6.4 中断响应时间	40
2.6.5 8051 的单步操作	40
2.7 RST/V _{PD} 引脚	41
2.7.1 复位	41

2.7.2 节电运行方式	42
2.8 8751H 单片微机	44
2.8.1 8751片内EPROM编程	45
2.8.2 8751内部程序校验	46
2.8.3 程序存储器保密位	47
2.8.4 8751 EPROM的擦除特性	47
2.9 片内振荡器	48
2.9.1 HMOS型 MCS-51 单片微机	48
2.9.2 C-HMOS型MCS-51单片微机	48
思考题与习题	50
第三章 MCS-51存储器和布尔(位)处理器	51
3.1 存储器结构	51
3.1.1 程序存储器	53
3.1.2 数据存储器	53
3.1.3 特殊功能寄存器	54
3.2 MCS-51的寻址方式	58
3.2.1 寄存器寻址方式	58
3.2.2 直接寻址方式	59
3.2.3 寄存器间接寻址方式	60
3.2.4 立即寻址方式	60
3.2.5 变址间接寻址方式	61
3.2.6 相对寻址方式	61
3.2.7 位寻址方式	62
3.3 外部存储器的存取	62
3.4 布尔(位)处理器	64
思考题与习题	64
第四章 MCS-51指令系统	65
4.1 指令系统概述	65
4.2 数据传送类指令	67
4.2.1 数据传送操作	67
4.2.2 数据传送类指令	67
4.3 算术运算类指令	75
4.3.1 算术运算操作	75
4.3.2 算术运算类指令	76
4.4 逻辑运算类指令	84
4.4.1 单操作数逻辑运算指令	84
4.4.2 双操作数逻辑运算指令	85
4.5 控制转移类指令	88
4.5.1 无条件转移类指令	89
4.5.2 条件转移类指令	95
4.5.3 空操作指令	103
4.6 布尔(位)处理类指令	104
4.6.1 布尔数据传送类指令	105

4.6.2	布尔状态设置类指令	106
4.6.3	位逻辑操作类指令	107
4.6.4	位条件转移类指令	109
	思考题与习题	110
第五章	程序设计	113
5.1	MCS-51伪指令	113
5.2	MCS-51汇编语言	115
5.2.1	汇编语言程序的格式	115
5.2.2	汇编语言程序的汇编	116
5.3	汇编语言程序设计	117
5.3.1	程序流程图	117
5.3.2	简单程序	121
5.3.3	分支程序	122
5.3.4	循环程序	124
5.3.5	查表程序	126
5.3.6	子程序	127
5.4	实用程序举例	129
5.4.1	平均滤波程序	129
5.4.2	低通滤波程序	131
5.4.3	定点数乘法运算程序	133
5.4.4	浮点数乘法运算程序	134
5.5	程序测试方法	137
5.5.1	白盒测试法	137
5.5.2	黑盒测试法	139
5.5.3	自顶向下测试法	141
5.5.4	自底向上测试法	142
	思考题与习题	142
第六章	MCS-51外部功能扩展	143
6.1	概述	143
6.2	程序存储器的扩展	144
6.2.1	程序存储器扩展的方法	144
6.2.2	程序存储器扩展的常用芯片	144
6.2.3	程序存储器扩展的电路	149
6.3	数据存储器的扩展	152
6.3.1	数据存储器扩展的方法	152
6.3.2	常用的RAM芯片	153
6.3.3	数据存储器扩展电路	155
6.4	并行I/O接口的扩展	157
6.4.1	用8155/8156扩展RAM/IO	157
6.4.2	用8255扩展并行I/O接口	163
6.4.3	用74LSTTL电路扩展并行I/O口	169
6.5	串行I/O接口的扩展	172
6.5.1	8251芯片的结构	172

6.5.2	8251的控制字和状态字	173
6.5.3	8251的工作模式	175
6.5.4	8251和8031的接口电路	176
6.6	定时器/计数器的扩展	177
6.6.1	8253芯片的结构	177
6.6.2	8253的控制字	178
6.6.3	8253的工作模式	179
6.6.4	8253和8031的接口电路	182
6.7	外部中断源的扩展	182
6.8	MCS-51外部功能扩展中常用的标准接口	183
6.8.1	S-100总线接口	183
6.8.2	STD总线接口	186
6.8.3	IEEE-488标准接口	188
6.8.4	RS-232C, RS-449标准接口	191
6.8.5	RS-422A, RS-423A标准接口	195
	思考题与习题	196
第七章	I/O设备与接口技术	197
7.1	模拟通道与接口	197
7.1.1	D/A转换器及其接口	197
7.1.2	A/D转换器及其接口	200
7.2	人机联系设备与接口	210
7.2.1	键盘与接口电路	210
7.2.2	数码显示器与接口电路	216
7.2.3	可编程序键盘/显示器接口8279芯片	224
7.2.4	七段液晶显示器	232
7.2.5	点阵式液晶显示模块	237
7.2.6	语音处理器	247
7.2.7	微型打印机	257
7.2.8	CRT终端接口	268
	思考题与习题	269
第八章	单片微机应用系统的设计与调试	270
8.1	应用系统的设计方法	270
8.1.1	总体方案论证	270
8.1.2	系统硬件设计	270
8.1.3	系统软件设计	273
8.2	MCS-51开发装置	276
8.2.1	DSG-51型仿真器的组成	276
8.2.2	DSG-51型仿真器的功能	276
8.3	应用系统的调试	277
8.3.1	硬件调试	277
8.3.2	软件调试	278
8.3.3	脱机运行调试	279
	思考题与习题	279

第九章 单片微机应用系统的可靠性与抗干扰	280
9.1 应用系统的可靠性	280
9.1.1 可靠度和失效特性	280
9.1.2 系统可靠性估算	281
9.1.3 提高可靠性措施	282
9.2 应用系统的抗干扰	292
9.2.1 干扰源及其耦合通道	292
9.2.2 抗干扰原则	293
9.2.3 抗干扰措施	293
9.3 应用系统的检修与维护	299
9.3.1 故障检修	299
9.3.2 使用维护	299
思考题与习题	301
第十章 单片微机应用系统的实例剖析	302
10.1 数据采集与显示系统	302
10.1.1 模拟输入子系统的设计	302
10.1.2 A/D转换	304
10.1.3 数据处理	305
10.1.4 显示输出	306
10.1.5 数据采集与显示程序的链接	308
10.2 人工气候箱	310
10.2.1 总体方案论证	310
10.2.2 硬件设计	313
10.2.3 软件设计	315
10.3 袖珍式心电记录器	321
10.3.1 本课题的主要问题及其对策	321
10.3.2 硬件技术	322
10.3.3 软件技术	324
思考题与习题	327
第十一章 实验指导	328
实验一 数据传送实验	328
实验二 多字节十进制加法	329
实验三 双字节乘法	330
实验四 定时器实验——十进制计数器	332
实验五 电子钟实验	334
实验六 数据排序	336
实验七 ASB-31-1型应用板调试实验	338
实验八 D/A (0832) 实验	340
实验九 A/D (5G14433) 实验	341
实验十 显示器实验	344
实验十一 键盘实验	345

附录	349
附录A 指令系统常用符号及操作码说明	349
附录B MCS-51单片机及其外围电路硬件特性	354
附录C 常用芯片引脚排列图	358
参考文献	360

第一章 概 述

1.1 单片微机的诞生和发展

70年代中期是8位微型计算机的极盛时期。随着大规模集成技术、计算机科学技术的迅速发展,以及由于广泛应用领域的迫切需要,单片微机脱颖而出,并逐渐形成微型计算机发展中的一个新的分支。

单片微型计算机具有体积小、价格低、功能强、销售量大的特点,它打破了典型微机按逻辑功能决定芯片结构和偏重于数据处理的传统设计思想,在一块单晶芯片上集成了构成一台计算机的基本部件:中央处理器CPU、存储器RAM/ROM、I/O接口,以及其他有关部件。一块这样的集成芯片就是一台计算机,因此称之为单晶片微型计算机,简称单片微机。

由美国仙童公司开创并首先研制成功的,由两块集成芯片构成的F8机,投放市场后引起了极大反响。紧接着,于1976年9月,美国Intel公司的MCS-48单片微机问世,该机被誉为单片微机划时代的里程碑。其后,针对不同用户的需要,Intel公司又研制出能各自兼容的单片微机产品,形成了MCS-48系列单片微机。

1977年,Mostek和仙童公司共同研制生产了3870系列单片微机(由3850, 3851两片组成);1978年,Motorola公司推出了MC-6801系列(由6802, 6846组成)单片微机,其他各种8位单片微机也相继研制而成。

1978年以前生产的8位单片微机,其特点是存储器的寻址范围较小(一般不超过4KB),片内存储器容量也较小(内部ROM小于2KB, RAM小于128B),只有并行I/O口等,因而限制了它的应用范围。

随着大规模集成技术的发展和工艺水平的提高,Intel公司在MCS-48系列的基础上,于1980年推出了8位高档MCS-51系列单片微机,它与MCS-48相比,硅片面积为原来的1.4倍,内部程序存储器容量为原来的4倍,数据存储器容量扩大了一倍,工作寄存器增加了一倍,设有两个16位的定时器/计数器,并行I/O线增至32线,新增设全双工串行I/O口,有5个中断源,执行速度比原来的快2.5—10倍,等等。这个时期推出的单片微机还有:Motorola公司的MC6801;Zilog公司的Z-8系列;Rockwell公司的6501, 6502;NEC公司的 μ COM-78 $\times\times$ 系列;TI公司的TMS-7000系列等。

这阶段单片微机的功能特点是:程序和数据存储器的寻址范围大,可达64K字节,片内ROM达4—8K字节, RAM达128—256字节,设有全双工串行I/O口,扩大了并行I/O线,增加了中断源,增加了乘、除法运算指令功能及位处理功能。有的单片微机还设有A/D转换器,配置有BASIC、FORTH等高级语言。在后继的产品中,还将增设显示接口,网络接口等。因此,这样的单片微机就是一台具有一定功能的微型计算机,而且使用灵活,适用于各种不同的应用系统,特别是较复杂的系统。

1983年以后, 16位单片微机问世。在这之前, 虽然 TI 公司曾推出过16位的 TMS-9900系列产品, 但它还称不上真正的16位单片微机。1983年, Intel公司推出了16位MCS-96系列单片微机, 其集成度为13万只管子/片。片内包含8K字节的ROM, 232字节的RAM, 5个8位并行I/O口, 一个全双工串行I/O口, 8(或4)路10位的A/D转换器。硬件设置使它具有多种I/O功能和快速I/O响应能力, 软件设置使它具有8位或16位带符号和不带符号的运算功能, 部分指令支持32位多字节处理。当主频为12MHz时, 完成16位加法运算只需1 μ s, 16位 $\times$ 16位或32位 $\div$ 16位的乘除运算只需65 μ s。8096机还将配置适用于控制系统的PL/M、FORTH等高级语言。

1984年, 美国Mostek公司在MC 6800的基础上推出了16位MC 68200单片微机, TI公司推出了TMS 9940和9995型号的16位单片微机, 日本三菱公司研制出CMOS 16位单片微机, 它们的功能可和一台多片机系统相媲美。

从上可见, 仅仅几年的时间, 单片微机作为微型计算机的一个分支发展十分迅速。国外著名的单片微机公司竞相扩大单片微机的功能, 以满足更广泛的应用领域的需要。目前, 这些公司正致力于研制更高档的新型8位单片微机。例如, Intel公司除了已有的8044 (Bit BUS) 型单片微机外, 即将推出8 $\times$ C252型, 它具有MCS-8096系列的高速I/O (HSIO)功能; 83C152型具有DMA通道和HDLC/SDLC, CSMA通讯功能; UPI-452型具有DMA和128字节的FIFO缓冲器功能。

Zilog公司即将推出Super-8新型8位系列单片微机, 该机具有DMA等极强的功能。

Motorola公司即将推出的MC68HC11新型8位单片微机系列, 增设了512字节的EEP-ROM存储器, 加强型串行通讯接口(SCI)和串行外设接口(SPI), 8路8位A/D转换器, 实时中断系统, 并设有硬件自监电路, 以防止硬件系统发生错误; 软件设有计算机操作保护(COP)监视系统, 可防止软件出错。此外, 还有时钟监视系统, 非法操作码检测系统等。

进行信号实时处理需要专用信号处理单片微机。典型的产品有INTEL 2920, TI公司的TIM 320系列, 字长16位, 主频达20MHz, 指令周期为200ns, 这类单片微机处理速度快、功能强。

上述单片微机代表了当前一个时期内的发展方向, 它们将取代模拟控制器等一类控制部件, 成为广泛应用领域中实现计算机控制的理想机种。

1.2 Intel单片微机系列简介

Intel公司自首创8048单片微机以来, 发展十分迅速, 现已形成系列产品。目前我国主要采用Intel公司的产品。现列出该公司的各个系列机种及其主要参数, 供读者选机时参考。

1.2.1 MCS-48系列单片微机

MCS-48系列单片微机是Intel公司的早期产品, 主要用于较简单的应用系统。该系列产品以8048/8748/8035为基本机型, 8049/8749/8039为提高机型。8050为增强型, 前一时期, 我国主要采用8035/8039, 8748/8749。现在则主要采用MCS-51系列单片微

机。

1.2.2 MCS-51系列单片机

Intel公司在MCS-48系列单片微机的基础上,采用HMOS技术,研制出了8位高档的MCS-51系列产品微机。该机型在性能上比MCS-48有了很大的改进和提高,主要反映在以下几个方面:

- 程序存储器。片内程序存储器容量扩大了一倍,外部程序存储器的寻址空间扩大到64K字节。
- 数据存储器。片内数据存储器扩大了一倍,外部数据存储器的空间达64K字节。
- 并行I/O口线。由MCS-48的27线增加到32线,且可进行位处理。
- 定时器/计数器。MCS-48只有一个13位的定时器/计数器,而MCS-51设有两个16位的定时器/计数器(8052为3个),且可程序设定多种工作方式。
- 串行I/O口。MCS-48没有专门的串行I/O口,MCS-51设有一个全双工串行I/O口,可程序设定4种工作方式。
- 工作寄存器区。MCS-48有两个通用工作寄存器区,而MCS-51设有4个8位的通用工作寄存器区,可适应多级中断和子程序嵌套的情况,这样可避免寄存器内容进栈保护操作,提高了中断响应速度,加速了子程序的调用。
- 中断。MCS-48只有内部和外部共计两个中断源,而MCS-51设有两个内部中断源和两个外部(8052为三个)中断源。一个串行口中断源,可程序设定中断优先级。
- 堆栈。MCS-48的堆栈设置在内部RAM的固定区段,且深度只有8级(共16个单元)。而MCS-51堆栈位置可程序设定,深度可在允许范围内选用。
- 指令系统。MCS-51指令系统增强了+, -, ×, +, 比较,堆栈操作,因而运算功能大大加强。所设置的灵活的跳转指令,不仅能充分满足了实际应用的需要,而且可尽量减少程序存储空间的占用。当主频采用12MHz时,大部分指令的执行时间为1μs,部分的为2μs。乘、除法指令的执行时间为4μs。
- 布尔处理机。MCS-51内部设有可直接进行位寻址的存储器、位处理指令、位处理累加器和运算器等,因而成为一种功能极强的位处理机。这为控制方面的应用和逻辑运算提供了很大方便。

从上可见,MCS-51系列单片机具有很强的功能,适用范围广,既可构成功能很强的复杂系统,也可组成较简单的应用系统。

在制作工艺上,采用CMOS和HMOS相结合的C-HMOS工艺,但也有些产品,如80C51, 80C31等。这类产品既保持了HMOS高速和高组装密度的特点,又具有CMOS低功耗的优点。

采用C-HMOS工艺的单片机具有掉电保护和冻结两种独特的节电运行方式。

在掉电保护方式下,单片微机的功耗可降低到最小值。掉电时,由备用电源供电,仅保证对数据存储器RAM供电,以保持其内容不丢失,其他部分则均停止工作。整个单片机仅吸收电流约10μA左右。

在冻结运行方式下,用软件使单片机进入冻结运行状态。这时CPU停止工作,只留定时器和中断部分继续工作,从而降低了单片微机的功耗。结束冻结状态来自定时中

断或外部中断信号。

MCS-51系列的各类单片微机产品功能参数见表1.1。

MCS-51系列是功能很强的8位高档单片微机，是我国当前应用最为普遍的机种。因此，本书将作较系统的和详细的论述。

表 1.1 MCS-51系列各产品性能参数

特性	型号	8051	80C51	8751	8031	80C31	8052	8032	8044
程序存储器 (字节)		4K (ROM)	4K (ROM)	4K (EPROM)	—	—	8K (ROM)	—	4K (ROM)
数据存储器 (字节)		128	128	128	128	128	256	256	192
程序存储器扩展 (片外,字节)		60K	60K	60K	64K	64K	64K	60K	64K
数据存储器扩展 (片外,字节)		64K	64K	64K	64K	64K	64K	64K	64K
最高时钟频率 (MHz)		12	12	12	12	12	12	12	12
典型指令执行时间 (μs)		1	1	1	1	1	1	1	1
16位定时器/计数器数		2	2	2	2	2	3	3	1
并行I/O口		32	32	32	16	16	32	16	32
串行I/O口		同步方式: 异步方式:9位或10位可编程							HDLC/ SDLC
中断线		5	5	5	5	5	6	6	5
电源功耗 (I_{ccmax}, mA)		125	24	185	175	24	160	160	200
可编程电源方式									
控电方式		10	50 μA	20	10	50 μA	10	10	30
冻结方式		—	3.0	—	—	3.0	—	—	—

表中8044型是高性能新型机种，设有8044, 8744, 8344三种产品，由双CPU组成，具有HDLC/SDLC通讯功能，能构成廉价的分布式控制局部网络，最大数据传输率可达2.4Mb/s。

1.2.3 MCS-96系列单片微机

Intel公司于1983年研制成功功能更强的、字长为16位的MCS-96系列单片微机，集成度达12万只晶体管以上。它除了对片内存储器容量、并行I/O口、定时器/计数器、中断源、运算速度等诸功能均有较大扩展外，其主要特点是：设有6条高速输出、4条高速输