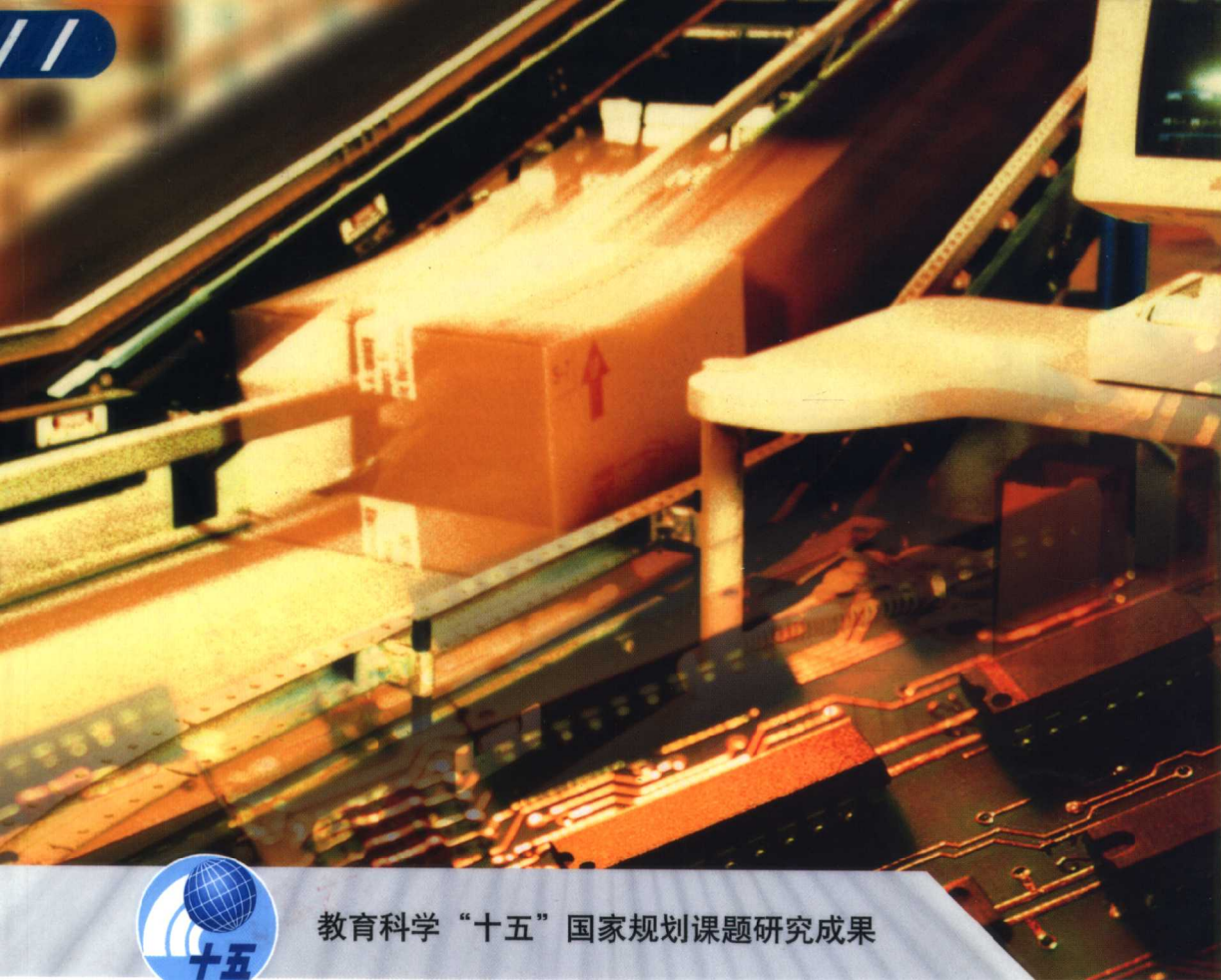




教育科学“十五”国家规划课题研究成果

单片机原理及应用技术

苏家健 曹柏荣 汪志锋 编著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

单片机原理及应用技术

苏家健 曹柏荣 汪志锋 编著

高等教育出版社

内 容 提 要

本书精选了单片机应用技术的基础知识、传感器与检测技术以及 PC 机控制技术的部分内容,并使之融为一体,在应用技术的复合方面具有新意。

本书以 MCS-51 系列的 8 位单片机为教学对象,介绍单片机的发展概况、原理及应用。全书共分 14 章,内容包括:单片机概述,MCS-51 系列单片机的结构,MCS-51 系列单片机指令系统,程序设计基础,中断系统,MCS-51 系列单片机内部定时器/计数器及其应用,串行接口,单片机应用系统扩展设计基础,模拟量输入输出接口技术,人机接口技术,功率接口技术,单片机应用系统设计技术,单片机实用技术举例,新型单片机介绍。

本书可作为高等院校电气信息类各专业“单片机原理及应用技术”课程的教材,同时可供有关工程技术人员参考。

图 书 在 版 编 目 (CIP) 数 据

单片机原理及应用技术/苏家健,曹柏荣,汪志锋编

著. —北京:高等教育出版社,2004. 11

ISBN 7-04-014565-0

I. 单... II. ①苏...②曹...③汪... III. 单片微型计算机—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 091690 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京星月印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 23.75
字 数 440 000

版 次 2004 年 11 月第 1 版
印 次 2004 年 11 月第 1 次印刷
定 价 29.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号: 14565-00

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和 In 研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题 research 在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型人才工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才培养体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

前 言

单片机在一块半导体材料上集成了 CPU、存储器、I/O 接口等各种功能部件,具有体积小、功耗低、价格便宜、功能强、可靠性好和使用方便灵活的特点。单片机在工业控制、数据采集、智能化仪表、办公自动化以及家用电器等各个领域得到了越来越广泛的应用。

将单片机技术与测量控制技术相结合,可以使工业自动控制变得更方便、控制效果更佳。在机电一体化方面,单片机也发挥了它的特殊作用,使许多传统产业发生了巨大的变化,使许多工业产品体积缩小,能耗降低,功能增加,操作方便。由于单片机在如此广泛的领域里获得了应用,世界上许多集成电路生产厂家相继推出了各种类型的单片机,其中 MCS-51 系列单片机以其优越的性能、成熟的技术和高可靠性,占领了工业控制的主要市场。特别是在我国,MCS-51 系列单片机已成为单片机应用领域的主流。

本教材以 MCS-51 系列的 8 位单片机为教学对象,介绍单片机的发展概况、原理和应用。全书共分 14 章,第 1 章介绍了单片机的发展概况。第 2 章至第 6 章介绍了单片机的硬件结构、指令系统,单片机程序设计、中断和定时器/计数器的基础知识。第 7 章介绍串行口的概念及应用。第 8 章至第 13 章介绍了单片机的扩展接口技术和具体的应用技术。第 14 章简单介绍了其他型号的单片机概况。在附录中介绍了常用的电子元器件的基本性能,供读者在设计单片机应用系统时查阅。

本教材叙述了单片机的基本原理及其应用技术,在书中介绍了单片机在各个方面的一些应用实例,目的是介绍单片机在各种领域的应用方法和设计思路,用以扩展读者的视野,了解单片机的应用信息。

本教材由苏家健老师任主编,曹柏荣老师编写了第 1、7 章、第 9 章的第 1 节及第 10、11、12、13、14 章和附录部分。苏家健老师编写了第 2、3、4、8 章及第 9 章的第 2 至第 4 节。汪志锋老师编写了第 5、6 章。全书由李全利教授审阅。

单片机和电子技术的知识发展迅猛,涉及的应用面广,知识更新快,我们编写的教材难免有错误和问题,恳请广大读者指正。

编 者

2004 年 3 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

策划编辑 李 慧

责任编辑 许海平

封面设计 李卫青

责任绘图 朱 静

版式设计 马静如

责任校对 胡晓琪

责任印制 孔 源

目 录

第 1 章 单片机概述	1
1.1 单片机发展概况	1
1.2 单片机的分类	2
1.3 单片机应用介绍	3
思考题与习题	4
第 2 章 MCS-51 系列单片机的结构	5
2.1 MCS-51 系列单片机的结构和引脚	5
2.1.1 引脚定义及功能	5
2.1.2 MCS-51 系列单片机的基本组成	7
2.2 8051 单片机存储器结构及其用途	8
2.2.1 程序存储器	10
2.2.2 数据存储器地址空间	10
2.3 并行 I/O 端口	18
2.3.1 并行 I/O 端口的结构	18
2.3.2 并行 I/O 端口操作注意事项	20
2.4 时钟电路	21
2.4.1 内部时钟电路	21
2.4.2 外部时钟电路	21
2.4.3 时钟与时序	22
2.5 复位电路	24
2.5.1 单片机复位原理	24
2.5.2 复位电路	24
思考题与习题	25
第 3 章 MCS-51 系列单片机指令系统	26
3.1 指令格式和寻址方式	26
3.1.1 指令格式	26
3.1.2 寻址方式	27
3.2 指令系统	29
3.2.1 寻址空间及符号注释	29
3.2.2 数据传送指令	30

3.2.3	算术运算指令	37
3.2.4	逻辑运算指令	42
3.2.5	控制转移指令	46
3.2.6	位操作指令	55
	思考题与习题	56
第4章	程序设计基础	59
4.1	MCS-51 系列单片机汇编语言的伪指令	59
4.2	汇编语言程序的基本结构	61
4.3	实用程序设计举例	69
4.3.1	数制转换程序	69
4.3.2	算术和逻辑运算类程序设计	71
4.3.3	查表程序设计	73
	思考题与习题	75
第5章	中断系统	76
5.1	中断概念	76
5.2	中断源与中断请求	77
5.3	中断允许控制	79
5.4	中断优先级控制	80
5.5	中断响应与中断处理	81
	思考题与习题	83
第6章	MCS-51 系列单片机内部定时器/计数器及其应用	84
6.1	定时器的结构及工作原理	84
6.2	定时器的控制	85
6.2.1	工作方式寄存器 TMOD	85
6.2.2	控制寄存器 TCON	86
6.3	定时器的工作模式及其应用	87
6.3.1	模式 0 及应用	87
6.3.2	模式 1 及应用	90
6.3.3	模式 2 及应用	91
6.3.4	模式 3 及应用	93
6.3.5	综合应用举例	95
	思考题与习题	97
第7章	串行接口	98
7.1	串行通信概念	98
7.2	串行接口的工作方式	101
7.2.1	串行接口的结构	101

7.2.2	串行接口的工作方式	103
7.3	串行接口的波特率	105
7.4	串行接口的应用	107
7.4.1	串行接口工作方式 0 的 I/O 扩展应用	107
7.4.2	串行接口的异步通信应用	114
	思考题与习题	125
第 8 章	单片机应用系统扩展设计基础	126
8.1	程序存储器扩展	126
8.1.1	EPROM 程序存储器的扩展设计	126
8.1.2	扩展 E ² PROM	129
8.2	数据存储器的扩展设计	131
8.2.1	数据存储器扩展举例	131
8.2.2	扩展数据和程序存储器综合举例	133
8.3	并行 I/O 接口扩展设计	139
8.3.1	8255 可编程并行 I/O 接口扩展电路设计	139
8.3.2	8155 可编程 I/O 接口扩展设计	147
8.3.3	用 TTL 芯片扩展简单的 I/O 接口	155
8.4	外部中断扩展方法	158
8.4.1	利用定时器扩展外部中断源	158
8.4.2	中断加查询扩展中断源	159
	思考题与习题	160
第 9 章	模拟量输入输出接口技术	163
9.1	模拟量输入接口技术概述	163
9.1.1	传感器技术	163
9.1.2	模拟量信号处理技术	172
9.2	A/D 转换器的主要性能指标及分类	178
9.2.1	A/D 转换器的主要性能指标	178
9.2.2	A/D 转换器的分类	179
9.3	常用的 A/D 转换芯片	179
9.3.1	ADC0809 8 位 A/D 转换器	179
9.3.2	AD574 12 位 A/D 转换器及接口	184
9.3.3	双积分 A/D 转换器及接口技术	189
9.3.4	V/F 转换器与单片机接口	194
9.4	D/A 转换器及接口技术	200
9.4.1	D/A 转换器的主要性能指标	200
9.4.2	DAC0832 8 位 D/A 转换器	201
9.4.3	MCS-51 单片机与 12 位 D/A 转换器 DAC1208 的接口	204

9.4.4 F/V 转换电路	207
思考题与习题	208
第 10 章 人机接口技术	209
10.1 开关接口	209
10.1.1 机械式开关接口的基本应用	209
10.1.2 电子式开关接口的基本应用	211
10.2 键盘接口	215
10.2.1 硬件消除抖动法	216
10.2.2 软件消除抖动法	217
10.2.3 简单键盘接口	218
10.2.4 矩阵式键盘接口	219
10.2.5 BCD 码拨盘接口	221
10.2.6 串行键盘应用	222
10.3 LED 显示接口	223
10.3.1 发光二极管接口	224
10.3.2 LED 数码管接口	225
10.4 LCD 液晶显示接口	232
10.4.1 字段型 LCD 及其应用	232
10.4.2 图形型液晶显示驱动器	237
思考题与习题	242
第 11 章 功率接口技术	244
11.1 开关型接口	244
11.1.1 简单开关量输出接口	244
11.1.2 光电耦合接口	246
11.1.3 继电器接口	249
11.2 电压调节接口	252
11.2.1 晶闸管工作原理	253
11.2.2 晶闸管在电压调节中的应用	255
11.2.3 固态继电器	256
思考题与习题	258
第 12 章 单片机应用系统设计技术	259
12.1 设计原则与要求	259
12.2 硬件设计要求	262
12.3 软件设计要求	267
12.4 逻辑电平设计要求	269
12.5 可靠性设计要求	271

12.6	印制电路板的设计要求	276
12.7	电源系统的设计要求	277
12.8	单片机开发装置的选择	279
	思考题与习题	280
第 13 章	单片机实用技术举例	281
13.1	智能化温度仪表的设计	281
13.2	PID 智能控制器的设计	294
13.3	单片机数字万用表的设计	304
13.4	电子血压计的设计	309
13.5	步进电机在精确走步中的应用	316
13.6	单片机在串行通信中的应用	320
13.7	单片机在气象参数测量中的应用	329
13.8	单片机在模糊控制中的应用	335
	思考题与习题	339
第 14 章	新型单片机介绍	340
14.1	MSP430 系列单片机	340
14.2	EM78P447S 单片机	341
14.3	PIC 系列单片机	344
14.4	AT89 系列单片机	346
14.5	AVR 系列单片机	349
14.6	其他系列单片机	355
	思考题与习题	356
附录		357
附录一	MCS-51 系列单片机指令表	357
附录二	模拟电路常用元器件	362
参考文献		364

第 1 章 单片机概述

1.1 单片机发展概况

单片机是在一块集成电路芯片上集中了控制器、存储器、运算器和输入输出端口的单片微型计算机,它体积小,耗电省。1971 年 Intel 公司发明了 4 位单片机,至今单片机已经有几十种产品,有 4 位机、8 位机和 16 位机等。单片机的性能不断增强,但价格却越来越便宜。单片机以高性价比和灵活性,在工业控制、仪器仪表和家电领域得到了广泛的应用。即使是在 PC 机以 286、386、Pentium、PⅢ等高速更新换代的同时,单片机依然保持着旺盛的生命力。另外,单片机的 I/O 功能也在不断增加,很多单片机内置了 A/D、D/A 功能。到目前为止,从单片机的应用情况看,在今后一段时间内,8 位机仍将是主要应用的单片机。在 8 位机中,Intel 公司的 MCS-51 系列单片机是应用最广泛的单片机,许多新型的单片机,在硬件和软件上都与 MCS-51 系列单片机相兼容,可见 MCS-51 系列单片机的影响力。ATMEL 公司生产的闪速存储器型 AT89 系列单片机,在软件、硬件上就与 MCS-51 系列单片机兼容,从而使其使用更方便,应用更广泛。

目前,单片机分通用型和专用型两种。MCS-51 系列单片机是通用型的单片机,通用型的单片机把开发资源全部公开,用户可以根据自己的应用系统进行设计,适用面广,应用灵活。制造单片机的材料也从 TTL 材料发展到 CMOS 材料,通常工作电压是 5V,如 $5V \pm 5\%$ 或 $5V \pm 10\%$,也有 3V/3.3V 电压的产品,更低的可在 1.5V 工作。现在,单片机又出现了宽电压范围型,在 2.5~6.5V 内都可正常工作。低功耗是单片机所追求的一个指标,目前低功耗单片机的静态电流可以低至 μA 或 nA 级。有的单片机还有等待、关断、睡眠等多种工作模式以降低功耗。单片机的低功耗在智能化仪表中有重要的应用。封装有双列直插式和贴片式,体积也更小。另外,单片机的时钟频率也达到 20 MHz 以上。

单片机的位数是指单片机一次能够处理的数据宽度,如 4 位机的 MSM64155A,8 位机的 8051 兼容系列,16 位机的 MSP430 系列等。目前 4 位、8 位、16 位的单片机同时并存,都有自己的市场。8 位和 16 位机的应用领域最广,目前在国内仍是主流。存储器包括程序存储器和数据存储器,有的单片机没有

程序存储器。除了容量之外还有类型之分,如 ROM、RAM、EPROM、E²PROM、Flash 和 OTP 型数据存储器。现在很多单片机的存储器使用 Flash ROM、Flash RAM,可以在线电擦写,断电后数据可以长时间保存。单片机的 I/O 口数量的多少涉及到单片机对外的扩展能力,一般单片机的 I/O 口有几个到几十个。

1.2 单片机的分类

单片机的种类很多,在工业中应用最广泛的是 MCS-51 系列单片机,在此仅对这一系列的单片机分类作一叙述。MCS-51 系列单片机的分类如表 1.1 所示。

表 1.1 MCS-51 系列单片机分类

型号	片内 RAM 容量/B	片内 ROM 容量/KB	片内 EPROM 容量/KB	寻址 范围/KB	I/O 口类型			
					定时器/ 计数器	并行口	串行口	中断源
8031	128	—	—	64	2 × 16 b	4 × 8 b	1	5
80C31	128	—	—	64	2 × 16 b	4 × 8 b	1	5
8051	128	4	—	64	2 × 16 b	4 × 8 b	1	5
80C51	128	4	—	64	2 × 16 b	4 × 8 b	1	5
8751	128	—	4	64	2 × 16 b	4 × 8 b	1	5
87C51	128	—	4	64	2 × 16 b	4 × 8 b	1	5
8032	256	—	—	64	3 × 16 b	4 × 8 b	1	6
80C32	256	—	—	64	3 × 16 b	4 × 8 b	1	6
8052	256	8	—	64	3 × 16 b	4 × 8 b	1	6
80C52	256	8	—	64	3 × 16 b	4 × 8 b	1	6
8752	256	—	8	64	3 × 16 b	4 × 8 b	1	6
87C52	256	—	8	64	3 × 16 b	4 × 8 b	1	6

其中型号带有字母 C 的芯片为 CHMOS 芯片,其余的为 HMOS 芯片。CHMOS 芯片是 CMOS 和 HMOS 工艺的结合。CHMOS 芯片的特点是功耗低,为 100 ~ 120 mW 左右。而 HMOS 的功耗在 600 mW 左右。

MCS-51 系列单片机的片内程序存储器分掩膜 ROM、EPROM 和无 ROM 存储器三种。一般情况下,片内有掩膜 ROM 的芯片用于程序已经固定的大批量生产场合。片内带 EPROM 的适合于做样机,便于修改程序,做试验,而外接 EPROM 的适用于做小批量产品或用于 ROM 大于 8KB 的场合。

除了 Intel 公司的 MCS-51 产品外,还有飞利浦公司的 80C51 系列单片机,

其性能与 Intel 公司的 MCS - 51 系列单片机完全兼容。

1.3 单片机应用介绍

1. 单片机在数据处理中的应用

单片机在应用中需要处理大量的数据,有数制转换的处理、查表计算、函数计算等多种运算。在工业生产中,有大量的数据是以表格方式存在的,为了在单片机中应用这些表格数据,要设计一种程序,专门用于处理各种表格。首先,要把这些数据按一定的顺序存放在单片机的内存中,然后按照某种算法进行查找。可以根据具体的情况设计顺序查找、计算查找、二分查找等多种查找算法。这种数据处理技术非常适合于无法建立数学模型的情况。如果两个量之间存在确切的函数关系,就可以利用单片机进行函数计算来处理数据,还可以进行矩阵运算和微积分之类的复杂运算。

2. 单片机在工业控制中的应用

工业控制中的控制器,原来都是用电阻、电容、运算放大器等模拟分立元件构成,体积大、功能有限,难以实现复杂的控制过程。现在用单片机作控制器,可以应用软件的方法,实现复杂的控制过程,改变控制算法也更方便。单片机有丰富的逻辑判断和位操作指令,可以在开关量控制、顺序控制、逻辑控制中发挥作用。目前,在加热控制、电机控制、锅炉控制、汽车电器、数控机床等各个领域,单片机得到了广泛的使用,并取得了很好的效果。

3. 智能化仪器

单片机的应用,使传统的仪器仪表进入了更新换代的时代。传统仪表在显示、数据采集、操作方面存在很多弊病。在仪表中引入单片机后,可以利用单片机完成数据的采集、处理、零位校正、数字显示、报警、记录打印等工作。使仪表具有智能化的功能,并且使仪器体积更紧凑、操作更方便、成本更低廉。

单片机智能化仪表应用广泛,有温度计、流量计、气体分析仪、转速表、电子秤、血压计、万用表、瓦时计等。

4. 家用电器

在家电产品中,为了改善产品的性能,使操作更人性化,在电冰箱、微波炉、空调器、电视机、音响设备、洗衣机、各种玩具中,大量使用了单片机技术。

目前,各个行业,各个领域,在新产品的设计中,都尽可能地应用单片机技术,来提高产品的智能化程度,增强产品的竞争力,适应技术的进步。在传统的机械产品中也正在经历着一场机 - 电一体化的革命。机 - 电一体化的根本就是应用单片机技术、电子技术对机械产品进行改革,使原有的机械产品性能提高,

体积缩小,材料、能耗降低,更便于操作、使用。单片机正在迅速渗透到各个领域,改变着原有产品的现状。随着技术的发展,小小的单片机,将会发挥更大更重要的作用。

思考题与习题

- 1-1 单片机与 PC 机有何区别? 它的特点是什么?
- 1-2 MCS-51 系列单片机与 AT89 系列单片机有什么相同和差异?
- 1-3 单片机的主要技术指标有哪些? 这些指标的作用如何?
- 1-4 对于一个具体的单片机应用系统,选择单片机的原则是什么?
- 1-5 举一个单片机的应用例子,并画出原理框图,说明工作过程。
- 1-6 单片机 I/O 接口数目的多少反映了什么?

第2章 MCS-51 系列单片机的结构

本章较详细地介绍了单片机概念、单片机系统,单片机的中央处理器 CPU、程序和数据存储器、输入输出等部分。重点是片内 RAM 的分区以及各分区和特殊功能寄存器的作用,这些是单片机应用的基础。

2.1 MCS-51 系列单片机的结构和引脚

MCS-51 是 Intel 公司生产的一个单片机系列的名称。Intel 公司继 1976 年推出 MCS-48 系列 8 位单片机之后,于 1980 年推出了 MCS-51 系列高档 8 位单片机,属于这一系列的单片机芯片主要有 8051/8751/8031、8052/8032、8044/8744、80C51BH/87C51/80C31BH、83C252/87C252/80C252 等品种。它们的引脚及指令系统相互兼容,主要在内部结构和应用上有些区别。

2.1.1 引脚定义及功能

8051 单片机芯片采用 40 引脚,双列直插封装(DIP)方式,引脚和逻辑符号如图 2.1 所示。其中某些引脚具有双重功能,简要说明如下:

1. 电源引脚

V_{CC} (⑩脚):供电电源 +5 V。

V_{SS} (⑳脚):接地线。

2. 时钟电路引脚

XTAL2 (⑮脚)和 XTAL1 (⑱脚)。

XTAL1 与 XTAL2 分别用做晶体振荡电路的反相器输入和输出端。在使用内部振荡电路时,这两个端子用来外接石英晶体,振荡频率为晶体振荡频率,振荡信号送至内部时钟电路产生时钟脉冲信号。这个部分给单片机提供工作节拍,是单片机的主频。

3. 控制信号引脚

RST/ V_{DD} (⑨脚):RST 是复位信号输入端,高电平有效,此端保持两个机器周期(24 个时钟周期)以上的高电平时,就可以完成复位操作。RST 引脚的第二