

21世纪高等院校规划教材



单片机原理 及应用系统设计

毛谦敏 主编 吴洪潭 肖艳萍 赵伟国 梁国伟 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

21 世纪高等院校规划教材

单片机原理及应用系统设计

毛谦敏 主编

吴洪潭 肖艳萍 赵伟国 梁国伟 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用系统设计/毛谦敏主编. —北京:
国防工业出版社, 2005. 8

21 世纪高等院校规划教材

ISBN 7-118-03944-6

I. 单... II. 毛... 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(2005)第 076297 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 $\frac{3}{4}$ 308 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 20.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

单片机作为微型计算机的一个分支,以其体积小、功能多、应用灵活等诸多优势,得到越来越广泛的应用。其应用范围涉及工业控制、仪器仪表、家用电器和国防科技等各个领域。随着集成电路技术的迅速发展,单片机的性能也在不断提高,其应用的领域也不断扩大。

目前,单片机的生产厂家很多,单片机的种类和系列产品也层出不穷。MCS-51 系列单片机,引入我国已有 20 多年,具有广泛的应用基础。由于 8051 单片机的技术开放,很多知名公司都开发和生产了与 MCS-51 单片机兼容的系列产品,以及增加了各种各样功能模块的派生产品。这些产品与 8051 单片机具有相同的内核和指令系统,只要学会了 MCS-51 单片机,就可方便使用这些产品,增加了选择的余地。

本书着重介绍 MCS-51 单片机的原理及其应用系统设计技术,主要内容包括: MCS-51 单片机的原理结构和指令系统以及 MCS-51 单片机内部的定时器/计数器、中断系统和串行口等功能部件,存储器扩展技术,键盘、显示器、打印机、A/D 转换器和 D/A 转换器等的接口技术,给出了应用系统设计基本方法及应用实例,C51 高级语言编程及目前常用的单片机系列产品的简要介绍。

在多年单片机原理及其应用课程的教学工作和长期从事微机应用相关领域的科研和产品开发的基础上,经过精心组织编写了此书。内容编排上采用先易后难、先原理后应用的顺序。书中有大量的图表和例题,并附有思考练习题,以利于广大读者掌握单片机的原理和应用技术。

本书由毛谦敏主编,吴洪潭、肖艳萍、赵伟国、梁国伟编著。其中:第 1、2 章由吴洪潭编写;第 3、4、6 章由肖艳萍编写;第 5、7、9、10、11、13 章由毛谦敏编写;第 8 章由梁国伟编写;第 12 章由赵伟国编写。全书由毛谦敏统稿。

在本书的编写和出版过程中得到了中国计量学院、浙江大学城市学院以及国防工业出版社等单位 and 各位同仁的大力支持,在此深表感谢!

书中若有错误与不当之处,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第1章 绪论	1
1.1 微型计算机基础知识	1
1.1.1 微处理器	2
1.1.2 存储器	3
1.1.3 I/O 接口	4
1.2 单片机概述	4
1.2.1 单片机的概念	5
1.2.2 单片机的发展历史	5
1.2.3 单片机的发展趋势	6
1.2.4 典型的单片机产品	7
1.3 单片机的特点及应用	8
1.3.1 单片机的特点	8
1.3.2 单片机的分类	8
1.3.3 单片机的应用	9
1.4 思考练习题	10
第2章 MCS-51 单片机的结构	11
2.1 MCS-51 单片机的基本结构	11
2.1.1 MCS-51 单片机的结构类型	11
2.1.2 MCS-51 单片机的基本组成	11
2.2 MCS-51 单片机的引脚功能	13
2.3 MCS-51 单片机的存储器配置	15
2.3.1 程序存储器	15
2.3.2 数据存储器	16
2.4 时钟电路与时序	21
2.4.1 时钟电路	22
2.4.2 MCS-51 单片机的时序	22
2.4.3 MCS-51 单片机的指令时序	24
2.5 复位及复位电路	25
2.5.1 复位	25
2.5.2 复位电路	26

2.6 并行 I/O 接口	27
2.6.1 P0 口	27
2.6.2 P1 口	28
2.6.3 P2 口	28
2.6.4 P3 口	28
2.7 思考练习题	30
第3章 MCS-51 单片机指令系统	31
3.1 指令系统概述	31
3.1.1 指令分类和特点	31
3.1.2 指令格式	31
3.1.3 寻址方式	32
3.1.4 指令描述符号介绍	34
3.2 数据传送类指令	35
3.2.1 普通数据传送指令	35
3.2.2 数据交换指令	39
3.2.3 堆栈操作	40
3.3 算术运算类指令	41
3.3.1 加法指令	41
3.3.2 减法指令	44
3.3.3 乘法指令	45
3.3.4 除法指令	46
3.4 逻辑运算类指令	46
3.4.1 简单逻辑操作指令	46
3.4.2 循环操作指令	47
3.4.3 逻辑“与”操作指令	48
3.4.4 逻辑“或”操作指令	49
3.4.5 逻辑“异或”操作指令	50
3.5 控制和转移类指令	50
3.5.1 无条件转移指令	51
3.5.2 条件转移指令	52
3.5.3 调用和返回指令	54
3.5.4 空操作指令	55
3.6 位(布尔)操作指令	55
3.6.1 位数据传送指令	55
3.6.2 位状态修改指令	56
3.6.3 位逻辑运算指令	56
3.6.4 位条件转移指令	57
3.7 思考练习题	58

第4章 汇编语言程序设计知识	62
4.1 程序设计语言	62
4.1.1 机器语言	62
4.1.2 汇编语言	62
4.1.3 高级语言	62
4.2 汇编程序设计	63
4.2.1 汇编语言程序设计步骤	63
4.2.2 程序质量的评价	63
4.2.3 汇编语言程序的基本结构	64
4.3 汇编语言源程序的编辑和汇编	64
4.3.1 源程序编辑	65
4.3.2 源程序的汇编	65
4.3.3 伪指令	65
4.4 思考练习题	67
第5章 中断系统	68
5.1 微机的输入/输出方式	68
5.1.1 程序查询方式	68
5.1.2 直接存储器存取(DMA)方式	68
5.1.3 中断方式	68
5.2 8051 单片机中断系统结构及中断控制	69
5.2.1 8051 单片机中断源	70
5.2.2 8051 单片机中断控制	70
5.3 中断处理过程	73
5.3.1 中断响应	74
5.3.2 中断处理	75
5.3.3 中断返回	76
5.4 外部中断扩展方法	76
5.4.1 利用定时器扩展外部中断源	76
5.4.2 利用查询方式扩展外部中断源	76
5.5 思考练习题	77
第6章 定时器及其应用	78
6.1 8051 单片机定时器结构与工作原理	78
6.1.1 8051 单片机定时器结构	78
6.1.2 8051 单片机定时器工作原理	78
6.2 定时器/计数器的方式寄存器和控制寄存器	79
6.2.1 方式寄存器 TMOD	79

6.2.2 控制寄存器 TCON	80
6.3 定时器/计数器的 4 种工作方式	80
6.3.1 工作方式 0	80
6.3.2 工作方式 1	81
6.3.3 工作方式 2	81
6.3.4 工作方式 3	82
6.4 定时器/计数器应用	82
6.4.1 定时器/计数器的初始化	82
6.4.2 定时器应用举例	83
6.5 思考练习题	86
第 7 章 串行通信与 8051 单片机串行口	88
7.1 串行通信概述	88
7.1.1 数据通信	88
7.1.2 串行通信的传送方式	88
7.1.3 异步通信和同步通信	89
7.1.4 异步串行通信协议	90
7.2 8051 单片机串行口及其应用	91
7.2.1 8051 单片机串行口	91
7.2.2 波特率设计	95
7.2.3 8051 单片机串行口的应用	97
7.3 RS-232C 接口及串行通信硬件设计	101
7.3.1 RS-232C 接口总线	101
7.3.2 信号电气特性与电平转换	102
7.3.3 RS-232C 接口的应用	102
7.3.4 单片机与 PC 机通信的接口电路	103
7.4 思考练习题	105
第 8 章 单片机系统扩展技术	106
8.1 扩展三总线的产生	107
8.1.1 总线	107
8.1.2 系统扩展的实现	108
8.2 程序存储器的扩展	109
8.2.1 外部程序存储器的扩展原理及时序	109
8.2.2 地址锁存器	110
8.2.3 EPROM 扩展电路	111
8.3 外部数据存储器的扩展	112
8.3.1 外部数据存储器的扩展方法及时序	112
8.3.2 静态 RAM 扩展	114

8.3.3	EEPROM 扩展	115
8.4	外部 I/O 口的扩展	116
8.4.1	I/O 口地址译码技术	116
8.4.2	简单 I/O 口扩展	117
8.4.3	8155 可编程并行扩展接口芯片	119
8.5	思考练习题	123
第 9 章	输入/输出设备接口	125
9.1	键盘及其接口技术	125
9.1.1	按键的抖动及消除	125
9.1.2	独立式按键接口设计	126
9.1.3	矩阵式键盘接口设计	128
9.1.4	键盘的编码	129
9.1.5	键盘的工作方式	129
9.2	显示器接口设计	131
9.2.1	LED 显示器	131
9.2.2	液晶显示器	135
9.3	打印机接口	137
9.3.1	打印机的电路构成	137
9.3.2	打印机的接口信号	138
9.3.3	打印机的打印命令	139
9.3.4	标准并行打印机与 8051 单片机接口设计	139
9.4	思考练习题	140
第 10 章	模拟电路接口技术	141
10.1	D/A 转换器	141
10.1.1	D/A 转换器组成和工作原理	141
10.1.2	描述 D/A 转换器的性能参数	142
10.2	8051 单片机与 8 位 D/A 转换器接口技术	142
10.2.1	DAC0832 的技术指标	143
10.2.2	DAC0832 的结构及原理	143
10.2.3	DAC0832 引脚功能	144
10.2.4	8 位 D/A 转换器接口方法	144
10.2.5	D/A 转换器的输出方式	145
10.3	8051 单片机与 8 位以上 D/A 转换器接口技术	147
10.3.1	一级锁存法	147
10.3.2	二级锁存法	147
10.4	A/D 转换器	148
10.4.1	逐次逼近式 A/D 转换器	148

10.4.2	双斜积分式 A/D 转换器	149
10.4.3	描述 A/D 转换器的性能参数	149
10.5	8051 单片机与 8 位 A/D 转换器接口技术	150
10.5.1	ADC0809 的组成及工作原理	150
10.5.2	ADC0809 引脚功能	151
10.5.3	ADC0809 的操作时序	152
10.5.4	8051 单片机与 ADC0809 接口设计	152
10.6	单片机与 8 位以上 A/D 转换器接口	154
10.7	微机控制的数据采集处理系统	155
10.7.1	采样	155
10.7.2	模拟输入通道的结构形式	156
10.8	思考练习题	157
第 11 章	单片机应用系统设计	159
11.1	单片机应用系统设计的一般方法	159
11.1.1	总体方案设计	159
11.1.2	硬件设计	160
11.1.3	软件设计	161
11.1.4	应用系统调试	162
11.1.5	可靠性设计	163
11.2	应用系统设计实例	163
11.2.1	通用型电压测量仪设计任务和要求	163
11.2.2	实时日历时钟芯片 DS12887	163
11.2.3	双斜积分式 A/D 转换器 ICL7135	167
11.2.4	硬件电路设计	169
11.2.5	软件设计	170
11.2.6	目标样机的设计制作	172
第 12 章	单片机的 C 语言编程	174
12.1	C 语言编程与汇编语言编程的特点比较	174
12.1.1	C 语言编程的优点	174
12.1.2	C 语言编程的缺点	174
12.1.3	汇编语言编程的优点	174
12.1.4	汇编语言编程的缺点	175
12.2	C51 数据的定义与操作	175
12.2.1	变量存储类型的定义	175
12.2.2	特殊功能寄存器的定义	176
12.2.3	片内 I/O 口的定义	176
12.2.4	片外 I/O 口的定义	177

12.2.5 C51 头文件	177
12.3 C51 的运算符	179
12.3.1 算术运算符	179
12.3.2 关系运算符	179
12.3.3 逻辑运算符	180
12.3.4 位运算符	180
12.4 C51 的中断处理程序	181
12.5 C51 编程实例	182
12.5.1 8051 单片机与 ADC0809 接口电路	182
12.5.2 模拟量采样的程序举例	182
第 13 章 单片机系列产品简介	184
13.1 与 MCS-51 系列单片机兼容的单片机	184
13.1.1 ATMEL 公司 AT89 系列单片机	184
13.1.2 Philips 公司 8XC552 单片机	186
13.1.3 华邦电子公司 Turbo-51 系列单片机	187
13.1.4 Silabs 公司 C8051F 系列单片机	189
13.2 Microchip 技术公司 PIC 系列单片机	193
13.2.1 PIC 系列微控制器硬件结构特点	194
13.2.2 PIC 系列微控制器技术性能及特点	195
13.2.3 PIC16F87X 单片机性能特点	196
13.2.4 PIC16F87X 单片机外围功能模块	197
13.3 TI 公司 MSP430 系列单片机	198
13.3.1 MSP430 系列单片机的特点	198
13.3.2 MSP430 系列单片机的发展和应用	200
附录 MCS-51 单片机指令表	202
参考文献	207

第 1 章 绪 论

20 世纪 40 年代诞生的数字电子计算机(简称为计算机)是 20 世纪最伟大的发明之一,是人类科学技术发展史上的一个里程碑。半个多世纪以来,计算机科学技术有了飞速的发展,计算机的性能越来越高、价格越来越便宜、应用越来越广泛。时至今日,计算机已经广泛地应用于国民经济以及社会生活的各个领域,计算机科学技术的发展水平、计算机的应用程度已经成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。

计算机技术的发展,经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路四个阶段。由于社会的需要和应用,计算机也在不断革新和发展,又派生出各种各样类型的计算机,按照计算机的规模、性能及用途,计算机可分为巨型、大型、中型、小型、微型计算机五类。近年来,计算机的发展趋势是:一方面向着高速、智能化的超级巨型机的方面发展;另一方面向着微型机的方面发展。

1.1 微型计算机基础知识

微型计算机(Micro Computer)一词出现在 20 世纪 70 年代初,是大规模集成电路技术的产物。1971 年美国 Intel 公司研制成世界上第一台微型计算机 MCS-4,它采用了世界上第一块微处理器芯片 Intel4004。近 20 年来,微型计算机从研究所的实验室走向社会,取得了突飞猛进的发展。微型计算机已经成为现代信息社会的一大标志。

计算机的组成结构采用的是冯·诺依曼型,即“存储程序”的工作方式,计算机自动执行事先加载在存储器中的程序,不需人工干预。程序和数据由输入设备输入到存储器,执行程序所获得的运算结果由输出设备输出。因此,计算机通常是由中央处理器 CPU(Central Processing Unit)、存储器、输入设备和输出设备等部分组成。微型计算机是具有完整运算和控制功能的计算机,是由 CPU、半导体存储器、I/O 接口和中断系统等集成在同一块或数块印制电路板上所构成的计算机。如图 1-1 所示为微型计算机的基本组成结构。

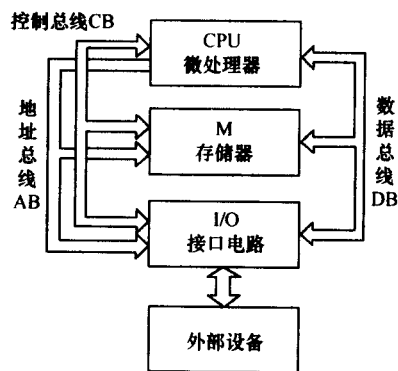


图 1-1 微型计算机的基本结构

微型计算机与巨型、大型、中型、小型计算机并没有本质上的区别,只是在规模、性能、体积及应用上有所不同。一般认为微型计算机的 CPU 是集成在一块小硅片上的,而其它四类计算机的 CPU 往往是由许多个的电路组成的,因此微型计算机的 CPU 也称为微处理器 MPU(Micro Processing Unit 或 Micro Processor)。实际上,由于计算机工艺技术

的进步,中型、小型计算机的 CPU 也有单片化的趋势,而采用多个微处理器的微型计算机系统也在应用和发展之中。

1.1.1 微处理器

随着大规模集成电路技术的迅速发展,芯片集成密度越来越高,CPU 可以集成在一个半导体芯片上,这种具有中央处理器功能的大规模集成电路器件,被统称为微处理器 MPU。因此,微处理器可以定义为:集成在同一块芯片上的具有运算和控制功能的中央处理器。一般为了与巨型、大型、中型、小型计算机 CPU 相区别,称微型计算机的 CPU 为微处理器。现在,人们通常把微处理器和 CPU 这两个名词看成同一个概念,不特别加以区别。

微处理器是微型计算机的大脑,微型计算机的运算、控制都是由它来处理的。微处理器主要由运算器和控制器两部分组成。

1. 运算器

运算器由算术逻辑单元 ALU(Arithmetic & Logical Unit)、累加器 A(Accumulator)、通用寄存器 R(Register)、暂存器 TMP(Temporary Register)和程序状态寄存器 PSW(Program Status Word)等部分组成。运算器用于对二进制数进行算术运算和逻辑操作。算术逻辑单元 ALU 主要由加法器、移位电路和判断电路等组成,用于对累加器 A 和暂存器 TMP 中两个操作数进行四则运算和逻辑操作。累加器 A 是一个具有输入/输出能力的移位寄存器,用于存放加法运算中的一个操作数,以及加法后存放操作结果,以便再次累加。暂存器 TMP 用于暂存另一操作数。程序状态寄存器 PSW 用于存放 ALU 操作过程中形成的状态。通用寄存器 R 用于存放操作数或运算结果等。

2. 控制器

控制器是发布操作命令的机构,是计算机的指挥中心,相当于人脑的神经中枢。控制器由指令部件、时序部件和微操作控制部件三部分组成。

(1)指令部件:它是一种能对指令进行分析、处理和产生控制信号的逻辑部件,也是控制器的核心。通常,指令部件由程序计数器 PC(Program Counter)、指令寄存器 IR(Instruction Register)和指令译码器 ID(Instruction Decoder)等三部分组成。

指令是一种能供机器执行的控制代码。指令的有序集合称为程序,程序必须预先放在存储器内,机器执行程序应从第一条指令开始逐条执行。这就需要有一个专门寄存器用来存放当前要执行指令的内存地址,这个寄存器就是程序计数器 PC。当机器根据 PC 中地址取出要执行指令的一个字节后,PC 就自动加 1,指向指令的下一字节,为机器下次取这个字节时做好准备。在 8 位微处理器中,程序计数器通常为 16 位。

指令寄存器 IR 用于存放从存储器中取出当前要执行指令的指令码。该指令码在 IR 中得到寄存和缓冲后被送到指令译码器,指令码经译码后,即可向微操作控制部件发出具体操作的特定信号。

(2)时序部件:它由时钟系统和脉冲分配器组成,用于产生微操作控制部件所需的定时脉冲信号。时钟系统产生机器的时钟脉冲序列。脉冲分配器用于产生节拍电位和节拍脉冲。

(3)微操作控制部件:该部件为指令译码器的输出信号配上节拍电位和节拍脉冲,也

和外部输入的控制信号组合,共同形成相应的微操作控制序列,以完成规定的操作。

1.1.2 存储器

存储器是计算机的主要组成部分,其用途是存放程序和数据,使计算机具有记忆功能。计算机中的全部信息,包括计算机的程序和数据都保存在存储器中,使得计算机能够脱离人的干预而自动工作。

存储器可分为外存储器和内存储器。外存储器主要包括磁带、磁盘和光盘等,外存储器的容量很大,价格低廉,但运行速度较慢,它们不能直接参与计算机的运算,一般情况下外存储器只与内存储器成批交换信息,即仅起到扩大计算机存储容量的作用。因此,在计算机中,外存储器是属于计算机的外围设备的组成部分。内存储器又称为主存储器,简称内存,它由半导体集成电路芯片组成,用于存放当前运行所需要的程序与数据。内存运行速度很快,可以直接与 CPU 交换数据、参与运算,但价格较贵,因此内存容量有限。

按功能划分,内存储器又可分易失性存储器和非易失性存储器。易失性存储器包括静态随机存储器 SRAM(Static Random Access Memory)和动态随机存储器 DRAM(Dynamic Random Access Memory),统称为随机存储器 RAM(Random Access Memory)。非易失性存储器包括只读存储器 ROM(Read Only Memory)和可现场改写的非易失性存储器 NVM(Non-Volatile Memory)。

1. 随机存储器(RAM)

随机存取存储器 RAM 又称读写存储器,不仅能读取存放在存储单元中的数据,还能随时写入新的数据,写入后,原来的数据则会丢失。但断电后 RAM 中的信息将全部丢失。RAM 常用于存放中间运算结果,因此又被称作数据存储器。

RAM 按照存储信息的方式,又可分为静态和动态两种。

1) 静态随机存储器 SRAM

SRAM 用触发器存储信息,其特点是只要不断电,数据就能长期保留。

2) 动态随机存储器 DRAM

DRAM 依靠电容存储信息,充电后为“1”,放电后为“0”。由于集成电路中的电容容量很小,且存在泄露电流的放电作用,因此写入的信息只能保持若干毫秒,每隔几毫秒必须重新写入一次,以保持原来的信息不变。这种重写的操作又称刷新。故动态 RAM 控制电路较复杂,但动态 RAM 集成度高,价格比静态 RAM 便宜些;静态 RAM 的集成度低、功耗大。

2. 只读存储器(ROM)

只读存储器在使用时只能读出而不能写入,断电后 ROM 中的信息不会丢失。一般用来存放程序、常数、表格等,因此又称程序存储器。

ROM 按存储信息的方法不同可分为四种。

1) 掩模 ROM

掩模 ROM 也称固定 ROM,它是指在半导体工厂生产时,已经用掩模技术将程序写入 ROM 芯片,用户只能读出内容,不能更改它。掩模 ROM 只能应用于有固化程序且批量很大的产品中。因此其价格最便宜。

2) 可编程只读存储器 PROM

可编程只读存储器 PROM(Programmable Read Only Memory)的内容可由用户将程序一次性写入,一旦写入,只能读出,而不能再进行更改。这类存储器现在也称为 OTP(One Time Programmable)。

3)可擦可编程只读存储器 EPROM

EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)是目前广泛应用的 ROM 芯片。这种芯片的内容可以通过紫外线照射而彻底擦除,擦除后又可重新写入新的程序。一般一个 EPROM 芯片可改写几十次以上。紫外线擦除器一般只需几分钟到十几分钟即可对 EPROM 芯片进行一次擦除。

4)电擦除可编程只读存储器 EEPROM

EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)可通过加电改写或清除其内容,其编程电压和清除电压均与工作电压相同,不需另加电压。它既有与 RAM 一样读写操作简便,又有数据不会因掉电而丢失的优点,因而使用极为方便,因此,EEPROM 既可用做程序存储器,也可用做数据存储器。EEPROM 保存的数据至少可达 10 年以上,每块芯片可擦写 1000 次以上,但与 RAM 相比写入时间较长。

3. 非易失性存储器(NVM)

随着新的半导体存储技术的发展,由于只读存储器 ROM 写入信息困难的缺点,目前在主流市场上只读存储器 ROM 的使用已越来越少,而出现了各种各样新的可现场改写的非易失性存储器。主要有快擦写存储器(Flash ROM)、铁电随机存取存储器(Ferroelectric RAM,简称 FeRAM)、磁性随机存取存储器(Magnetic RAM,简称 MRAM)等。这些存储器的共同特点是从原理上均源自于只读存储器(ROM)技术,但在功能上又可随时改写信息,相当于 RAM。因此,现在存储器的概念已经发生变化,ROM 和 RAM 的区分已不严格。但由于非易失性存储器写的速度还是要比一般的 RAM 慢,因此单片机中主要用做程序存储器,只是在需要重新编程,或者需要在线保存现场数据时,使用非易失性存储器十分方便。例如,与 8051 单片机兼容的 Atmel 公司的 89 系列单片机都采用 Flash ROM 作程序存储器。随着移动电话、数字摄像机等移动数字产品市场的扩大,新一代的非易失性存储器正日益成为主流。

1.1.3 I/O 接口

I/O 接口(即输入/输出接口)是指连接微型计算机与外部设备之间的硬件电路。I/O 接口是 CPU 对外部设备实现控制和信息交换的必经之路,用于信息传送过程中的速度匹配和增强它的负载能力等。I/O 接口有串行 I/O 接口和并行 I/O 接口之分,串行 I/O 接口用于串行通信,它一次只能传送一位二进制信息;并行 I/O 接口则一次可以传送一组二进制信息。利用 I/O 接口可方便地实现 CPU 与外部设备的信息的交换。

1.2 单片机概述

单片微型计算机的原文是:Single Chip Micro Computer,简称 SCM,即单片机。单片机是指在一片集成电路芯片上集成了计算机的中央处理器、存储器和输入/输出接口。在单片机诞生时,SCM 是一个准确的、流行的称谓,“单片机”一词准确地表达了这一概念。

随着单片机在技术上、体系结构上不断扩展其控制功能,单片机已不能用“单片微型计算机”来准确表达其内涵。国际上逐渐采用 MCU(Micro Controller Unit)来代替,形成了单片机界公认的、最终统一的名词。为了与国际接轨,可将中文“单片机”一词和“MCU”对应翻译。在国内因为“单片机”一词已约定俗成,因此一直沿用。

1.2.1 单片机的概念

单片机(MCU)可以定义为:一种把微处理器、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 接口电路、定时器/计数器、串行通信接口以及中断系统等部件集成在同一块芯片上的,有完整功能的微型计算机。这块芯片就是它的硬件,软件程序就存放在片内只读存储器内。其实,单片机很难和被控对象直接进行电气连接,故在实际应用中单片机总要通过这样和那样的芯片和被控对象相连。

1.2.2 单片机的发展历史

1974 年,美国著名的仙童(Fairchild)公司研制出世界上第一台单片机 F8。该机有两块集成电路芯片组成,结构奇特,具有与众不同的指令系统,深受民用电器和仪器仪表领域的欢迎和重视。从此单片机开始迅速发展,应用范围也在不断扩大,现已成为微型计算机的重要分支。单片机的发展过程通常可以分为以下几个发展阶段。

1. 第一代单片机(1974 年—1976 年)

这是单片机发展的起步阶段。这个时期生产的单片机特点是,单片机的字长为 4 位,内部结构简单,制造工艺落后和集成度低。典型的代表产品有 Fairchild 公司的 F8 等。

2. 第二代单片机(1976 年—1978 年)

这是单片机的第二个发展阶段。8 位单片机已经出现,单片机已经集成了 CPU、并行口、定时器、RAM 和 ROM 等功能部件,但性能低、品种少、应用范围也不广。典型的代表产品有 Intel 公司的 MCS-48。

3. 第三代单片机(1979 年—1982 年)

这是 8 位单片机的成熟阶段。Intel 公司在 MCS-48 基础上推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。它在以下几个方面奠定了通用总线型单片机体系结构。

(1)完善的外部总线。MCS-51 设置了经典的 8 位单片机的总线结构,包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口。

(2)CPU 外围功能单元的集中管理模式。

(3)体现工业控制特性的位地址空间和位操作方式。

(4)指令系统趋于丰富和完善,并且增加了许多突出控制功能的指令。

4. 第四代单片机(1983 年以后)

这是 8 位高性能单片机和 16 位单片机并行发展的阶段。Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机,将一些用于测控系统的模/数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等集成于片中,体现了单片机的微控制器特征。

目前,将测控系统中使用的电路技术、接口技术、多通道 A/D 转换部件、可靠性技术等直接应用到单片机中,增强了外围电路功能,强化了智能控制特征的单片机不断涌现,同时,也有很多公司推出了 16 位和 32 位的单片机,单片机的性能得到不断的提高。

1.2.3 单片机的发展趋势

目前,单片机正朝着高性能和多品种方向发展,今后单片机的发展趋势将是进一步向着 CMOS 化、低功耗、小体积、大容量、高性能、低价格和外围电路内装化等几个方面发展。下面是单片机的主要发展趋势。

1. CMOS 化

CMOS 电路具有低能耗、高密度、低速度、低价格的特点,随着技术和工艺水平的提高,又出现了 HMOS(高密度、高速度 MOS)和 CHMOS 工艺。CMOS 芯片除了低功耗特性之外,还具有功耗的可控性,使单片机可以工作在功耗精细管理状态。这也是 80C51 单片机取代 8051 单片机为标准 MCU 芯片的原因。

2. 低功耗与低电压

单片机的功耗已从 mA 级降到 μA 级以下;使用电压在 2V~6V,完全适应电池工作。低功耗化的效应不仅是功耗低,而且带来了产品的可靠性、高抗干扰能力以及产品的便携化。低电压供电的单片机电源下限已可达 1V~2V。

3. 低噪声与高可靠性

为提高单片机的抗电磁干扰能力,使产品能适应恶劣的工作环境,满足电磁兼容性方面更高标准的要求,各单片机厂家在单片机内部电路中都采取了新的技术措施。

4. 存储器大容量化

以往单片机内的 ROM 仅为几个 KB, RAM 也只有几百字节。但在需要复杂控制的场合容量是不够的,必须进行外接扩充。为了适应这种领域的要求,要运用新的工艺,使片内存储器大容量化。目前,有些单片机内的 ROM 已达 64KB 以上, RAM 达数 KB。

5. 高性能化

由于采用精简指令集(RISC)结构和流水线技术,大幅度提高了 CPU 的运行速度。现指令速度最高者已达 100 兆指令/秒(Million Instruction Per Seconds, MIPS),并加强了位处理功能、中断和定时控制功能。这类单片机的运算速度比标准的单片机高出 10 倍以上。

6. 小容量、低价格化

与上述相反,以 4 位、8 位单片机为中心的小容量、低价格化也是发展方向之一。这类单片机的用途是把以往用数字逻辑集成电路组成的控制电路单片化,可广泛用于家用电器产品。

7. 外围电路内装化

这也是单片机发展的主要方向。随着集成度的不断提高,有可能把众多的各种外围功能器件集成在片内。除了一般必须具有的 CPU、ROM、RAM、定时器/计数器等以外,片内集成的部件还有模/数转换器、数/模转换器、DMA 控制器、声音发生器、监视定时器、液晶显示驱动器、彩色电视机用的锁相电路等。

随着半导体集成工艺的不断发展,单片机的集成度将更高、体积将更小、功能将更强。在单片机家族中,8051 单片机系列是其中的佼佼者,加之 Intel 公司将其 MCS-51 系列中的 8051 单片机内核使用权以专利互换或出售形式转让给世界许多著名 IC 制造厂商,如 Philips、NEC、Atmel、AMD、华邦等公司,这些公司都在保持与 8051 单片机兼容的基础