



高等学校电子信息类规划教材

单片机原理、接口技术 及应用 (含C51)

主编 杨学昭 王东云

主审 张五一



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

21 世纪高等学校电子信息类规划教材

单片机原理、接口技术 及应用(含 C51)

主 编 杨学昭 王东云
副主编 张海峰 贺焕林 廖伍代
参 编 房泽平 路向阳 耿世勇 任鹏飞
主 审 张五一



西安电子科技大学出版社

2009

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机为核心,全面详细地介绍了单片机的原理、程序设计及应用系统设计等内容。全书主要内容包括 MCS-51 系列单片机的结构及原理、指令系统、汇编语言程序设计、中断系统、定时器/计数器、串行接口、存储器系统扩展、接口技术及应用、C51 程序设计及应用、测控系统应用实例、MCS-51 单片机兼容机及 I²C 串行总线技术,最后还介绍了单片机系统抗干扰技术设计。本书选材切合实际,内容由浅入深、循序渐进,可读性好,实用性强,有丰富的例题及习题。

本书既可作为高等院校电子、电气、信息类专业的教材,也可作为从事单片机应用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理、接口技术及应用:含 C51 / 杨学昭,王东云主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2009.2

21 世纪高等学校电子信息类规划教材

ISBN 978-7-5606-2164-7

I. 单… II. ① 杨… ② 王… III. ① 单片微型计算机—基础理论—高等学校—教材
② 单片微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 192937 号

策 划 毛红兵

责任编辑 孟秋黎 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 21.5

字 数 508 千字

印 数 1~4000 册

定 价 31.00 元

ISBN 978-7-5606-2164-7 / TP·1104

XDUP 2456001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

随着电子技术和计算机技术应用领域的不断扩大,单片机技术以其简单易学、开发方便、价格低廉等特点,已经成为电子技术领域中的一个新的关注点,成为从事电子技术开发所必须掌握的专业技术之一。

单片机技术是一门综合性应用技术,是通过电子技术硬件电路及程序设计进行新产品开发和传统设备改造的重要手段之一。本书根据我们多年的教学和实践经验,以“由浅入深,简单易懂,培养技能,重在应用”为原则编写而成。

本书共 13 章,介绍了 51 系列单片机的结构、指令系统、程序设计、接口技术及系统应用等内容,包含基于 C51 程序设计、单片机应用系统设计开发及单片机新技术等内容。

本书由杨学昭、王东云任主编,张海峰、贺焕林、廖伍代任副主编,参加编写的还有房泽平、路向阳、耿世勇和任鹏飞。其中杨学昭编写了第 1 章、第 6 章及第 11 章的 11.1~11.3 节,王东云编写了第 2 章及第 11 章的 11.4 节,张海峰编写了第 4 章及第 10 章的 10.1~10.5 节,贺焕林编写了第 8 章及第 9 章的 9.1~9.4 节,廖伍代编写了第 3 章和第 5 章,房泽平编写了第 7 章、第 9 章的 9.5、9.6 节及附录 A 和附录 B,路向阳编写了第 10 章的 10.8 节、第 13 章及附录 C、附录 D 和附录 E,耿世勇编写了第 12 章,任鹏飞编写了第 10 章的 10.6、10.7 节。

全书由张五一教授主审。张五一教授在百忙中对本书进行了仔细认真的审阅,并提出了宝贵意见,在此深表感谢。本书在编写过程中还得到了张谦教授、李伟锋教授及陈旭等老师的支持与帮助,在此一并表示感谢。

限于编者水平和经验,书中的疏漏之处在所难免,希望使用本书的广大读者提出批评和建议。

编 者
2008 年 7 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 单片微型计算机及其发展趋势	1
1.1.1 单片机的概念	1
1.1.2 单片机的发展趋势	1
1.2 MCS-51 及其兼容的单片机	2
1.2.1 MCS-51 系列单片机	2
1.2.2 8051 兼容的单片机	3
1.3 单片机的应用领域	4
1.4 单片机的开发工具和仿真调试方式	5
1.4.1 单片机的开发工具	5
1.4.2 单片机的仿真调试方式	6
习题与思考题	6
第2章 MCS-51 系列单片机的结构及原理	7
2.1 MCS-51 单片机内部结构	7
2.1.1 MCS-51 单片机组成	7
2.1.2 MCS-51 单片机存储器结构	13
2.2 单片机的外部结构	20
2.3 单片机的工作方式	22
2.3.1 单片机的运行方式	22
2.3.2 复位和复位电路	26
2.3.3 掉电保护和低功耗方式	28
习题与思考题	29
第3章 MCS-51 系列单片机的指令系统	31
3.1 指令格式及分类	31
3.1.1 指令格式	31
3.1.2 指令分类	32
3.2 寻址方式	33
3.3 数据传送类指令	35
3.4 算术运算类指令	40
3.5 逻辑操作与移位操作类指令	44
3.5.1 逻辑操作指令	44
3.5.2 循环移位操作指令	47
3.6 位操作类指令	47

3.7 控制转移类指令	50
习题与思考题	55
第4章 MCS-51 系列单片机的汇编语言程序设计	57
4.1 程序设计概述	57
4.1.1 程序设计语言简介	57
4.1.2 汇编语言指令类型	58
4.1.3 汇编语言格式	59
4.2 汇编语言源程序常用的伪指令	59
4.3 汇编语言源程序的编辑与汇编	63
4.3.1 源程序的编辑	63
4.3.2 源程序的人工汇编	63
4.3.3 源程序的自动汇编	64
4.4 汇编语言程序基本结构	64
4.4.1 顺序结构	65
4.4.2 分支结构	66
4.4.3 循环结构	71
4.5 主程序	74
4.6 子程序	75
4.6.1 使用子程序的优点	75
4.6.2 子程序的调用与返回	77
4.6.3 子程序的入口参数与出口参数	77
4.6.4 主程序与子程序之间的参数传递	78
4.6.5 子程序的规范化设计	79
4.6.6 中断服务子程序	80
4.6.7 子程序的现场保护与恢复	80
4.7 汇编语言程序设计与调试	81
4.7.1 汇编语言程序设计步骤	81
4.7.2 汇编语言程序调试步骤和调试方法	81
习题与思考题	82
第5章 MCS-51 系列单片机的中断系统	83
5.1 概述	83
5.2 MCS-51 单片机的中断系统	85
5.2.1 MCS-51 单片机中断系统的内部结构	85
5.2.2 MCS-51 单片机与中断有关的特殊功能寄存器	86
5.3 MCS-51 单片机的中断响应与撤销	88
5.3.1 MCS-51 单片机的中断响应	88
5.3.2 MCS-51 单片机对中断请求的撤销	89
5.4 MCS-51 单片机外部中断源的扩展	91
5.5 MCS-51 单片机中断系统的应用举例	92

习题与思考题	95
第 6 章 MCS-51 系列单片机的定时器/计数器	96
6.1 定时器/计数器结构	96
6.1.1 定时器/计数器的工作原理与控制寄存器	96
6.1.2 定时器/计数器的工作模式	98
6.2 定时器/计数器的初始化	100
6.3 定时器/计数器的应用	103
习题与思考题	107
第 7 章 MCS-51 系列单片机的串行接口	108
7.1 串行通信的基本知识	108
7.1.1 通信概述	108
7.1.2 串行数据通信的波特率	110
7.1.3 串行数据通信的差错检测和校正	110
7.2 MCS-51 系列单片机的串行接口	111
7.2.1 串行口寄存器结构	111
7.2.2 串行口通信控制	112
7.3 串行口工作方式与波特率设置	113
7.3.1 串行口工作方式	113
7.3.2 串行口的通信波特率设置	116
7.4 串行口应用举例	117
7.4.1 串行口扩展并行口	117
7.4.2 双机通信	118
7.4.3 多机通信	122
7.4.4 单片机与 PC 的通信	123
习题与思考题	127
第 8 章 MCS-51 单片机的存储器系统扩展	128
8.1 概述	128
8.1.1 MCS-51 单片机最小系统	128
8.1.2 MCS-51 单片机扩展总线的产生	129
8.2 程序存储器扩展	131
8.2.1 外部程序存储器扩展原理	131
8.2.2 EPROM 扩展电路	131
8.2.3 只读存储器(ROM)	132
8.2.4 EEPROM	133
8.3 数据存储器扩展	134
8.3.1 外部数据存储器的扩展方法	134
8.3.2 静态 RAM 的扩展	135
8.3.3 静态随机存储器芯片	135
8.4 多片存储器芯片的扩展	136

习题与思考题	139
第9章 MCS-51 单片机的接口技术及应用	140
9.1 接口技术概述	140
9.2 并行 I/O 接口技术与应用	141
9.2.1 简单 I/O 接口扩展	142
9.2.2 可编程 I/O 接口扩展	142
9.3 可编程并行 I/O 接口芯片 8155	143
9.3.1 8155 的结构	143
9.3.2 8155 的引脚功能	144
9.3.3 8155 的 RAM 和 I/O 口的编址	145
9.3.4 8155 的 I/O 端口工作原理	145
9.3.5 MCS-51 单片机通过 8155 扩展 I/O 接口的方法	147
9.4 数码显示器及键盘接口	148
9.4.1 LED 显示器结构与原理	149
9.4.2 键盘接口	152
9.4.3 MCS-51 单片机扩展键盘与显示器接口	153
9.4.4 其他常用可编程接口芯片	157
9.5 D/A 转换与 D/A 转换器	160
9.5.1 D/A 转换原理	160
9.5.2 并行 D/A 转换器的接口与应用	162
9.5.3 串行 D/A 转换器 TLC5617	168
9.6 A/D 转换与 A/D 转换器	171
9.6.1 A/D 转换原理	171
9.6.2 并行 A/D 转换器的接口与应用	174
9.6.3 串行 A/D 转换器 TLC1543 及应用	182
习题与思考题	186
第10章 MCS-51 单片机的 C51 程序设计及应用	188
10.1 C51 数据类型与存储类型	188
10.2 运算符	195
10.3 流程控制语句	198
10.3.1 选择语句	199
10.3.2 循环语句	203
10.4 构造数据类型	204
10.5 C51 指针(*)	210
10.6 C51 函数	212
10.7 预处理器	220
10.8 基于 C51 的 MCS-51 单片机接口程序设计	228
10.8.1 MCS-51 单片机的端口操作	228
10.8.2 MCS-51 单片机扩展的简单 I/O 接口	230

10.8.3	MCS-51 单片机中断功能程序设计	231
10.8.4	MCS-51 单片机定时器/计数器功能程序设计	232
10.8.5	MCS-51 单片机串口方式程序设计	234
10.8.6	MCS-51 单片机键盘功能程序设计	237
10.8.7	MCS-51 单片机通过 8155 扩展的显示模块程序设计	240
10.8.8	D/A 转换器 0832 的应用	242
10.8.9	ADC0809 的应用	243
	习题与思考题	245
第 11 章	MCS-51 单片机组成的测控系统应用实例	246
11.1	单片机应用系统的设计方法	246
11.2	土工布渗透率测控系统	249
11.2.1	土工布渗透率的测试过程	249
11.2.2	测控系统的硬件电路设计	249
11.2.3	软件设计及部分典型程序	251
11.3	无线掌上抄表系统	257
11.3.1	系统组成及功能要求	257
11.3.2	硬件电路设计	258
11.3.3	软件设计及部分典型程序	259
11.4	大屏幕显示及应用	273
11.4.1	功能要求	273
11.4.2	硬件电路设计	274
11.4.3	软件设计	275
	习题与思考题	278
第 12 章	MCS-51 单片机兼容机及 I²C 串行总线技术	280
12.1	ATMEL89 系列单片机	280
12.1.1	AT89C52 的主要性能参数	280
12.1.2	AT89C52 的结构及引脚	281
12.1.3	AT89C52 的定时器 T2	281
12.2	华邦 W77E58 单片机	285
12.2.1	W77E58 性能	285
12.2.2	W77E58 的硬件结构及引脚	285
12.2.3	特殊功能寄存器(SFR)	286
12.3	I ² C 串行总线扩展技术及应用	294
12.3.1	I ² C 总线简介	294
12.3.2	I ² C 总线通用软件模拟驱动程序	296
12.3.3	I ² C 接口器件 24C04 的读/写程序	300
	习题与思考题	305
第 13 章	单片机应用系统抗干扰技术设计	306
13.1	概述	306

13.2 干扰源	307
13.2.1 形成干扰的基本要素	307
13.2.2 干扰的耦合方式	307
13.2.3 抑制干扰措施	307
13.3 模拟信号输入通道的抗干扰	309
13.3.1 采用隔离技术隔离干扰	309
13.3.2 采用滤波器滤除干扰	311
13.3.3 采用浮置措施抑制干扰	311
13.3.4 A/D 转换器的抗干扰	311
13.3.5 印刷电路板及电路的抗干扰设计措施	312
13.4 单片机系统常用软件抗干扰	314
13.4.1 数据采集和滤波软件抗干扰	314
13.4.2 CPU 抗干扰	316
习题与思考题	320
附录 A ASCII 码表	321
附录 B MCS-51 单片机指令表	322
附录 C 单片机学习与开发应用常用网站	326
附录 D 常用芯片引脚和内部结构图	327
附录 E MCS-51 单片机寄存器定义头文件 REG51.H 内容	331
参考文献	334

第1章 绪 论

本章概括地介绍单片微型计算机的概念、发展概况、目前市场流行的单片机的型号以及开发调试单片机的方法。

1.1 单片微型计算机及其发展趋势

1.1.1 单片机的概念

单片微型计算机简称单片机(Single Chip Computer), 通常是实时控制应用而设计制造的, 因此, 又称为微控制器(Micro-Controller Unit, MCU)。单片机是在一块芯片上将中央处理器(CPU)、存储器(RAM, ROM)、定时器/计数器、中断控制、各种输入/输出(I/O)接口(如并行 I/O 口、串行 I/O 口和 A/D 转换器)等集成为一体的器件。

单片微型计算机是 20 世纪 70 年代初期发展起来的, 它是微型计算机发展中的一个重要分支, 并以其独特的结构和性能被广泛应用于工业、农业、国防、网络、通信以及人们的日常工作和生活中。

不同生产厂家的不同型号的单片机, 由于用途、功能等的不同, 具体的结构和性能也有较大的差异, 但总的模块结构是一样的, 因此我们只要掌握了某个型号的单片机的原理及应用, 就可以触类旁通, 通过自学很快地掌握其他型号的单片机知识。

单片机自问世以来, 其性能不断提高和完善, 其资源不仅能满足很多应用场合的需要, 而且具有集成度高、功能强、速度快、体积小、功耗低、使用方便、性能可靠、价格低廉等特点。因此, 单片机在工业控制、智能仪器仪表、数据采集和处理、通信系统、网络系统、汽车工业、国防工业、高级计算器具、家用电器等领域的应用日益广泛, 其应用潜力越来越被人们所重视。特别是当前用 CMOS 工艺制成的各种单片机, 由于功耗低、使用的温度范围大、抗干扰能力强, 故能满足一些特殊要求。而特殊功能的专用单片机的推出, 如单片收音机芯片、单片 DVD 芯片等, 更加扩大了单片机的应用范围, 也进一步促进了单片机技术的发展。

1.1.2 单片机的发展趋势

当前, 单片机在以 8 位机为主流的基础上正朝着多功能、精简指令集、低功耗、专用的方向发展。就市场上已出现的单片机而言, 其技术革新与进步主要表现在以下几个方面:

1. CPU 的发展

改变 CPU 的字长或提高其时钟频率均可提高 CPU 的数据处理能力和运算速度。CPU 的字长目前有 8 位、16 位和 32 位。时钟频率高达 40 MHz 的单片机也已出现。

2. 片内存储器的的发展

(1) 扩大存储容量。早期单片机的片内存储器, 一般 RAM 为 64~128 B, ROM 为 1~2 KB, 寻址范围为 4 KB。新型单片机片内 RAM 为 256 B、2048 B, ROM 多达 64 KB。如华邦公司的 W78E516, 片内 Flash ROM 为 64 KB, Dallas Semiconductor 的 DS87C550 片内 RAM 容量为 2 KB。新型单片机的寻址范围可扩大到 64 KB, 甚至 128 KB。

(2) 片内 EPROM 开始由 Flash ROM、EEPROM 代替。早期单片机内 ROM 有的采用可擦除的只读存储器 EPROM, 然而 EPROM 必须要高压编程, 紫外线擦除, 给使用带来不便。近年来推出的闪速存储器 Flash ROM、电擦除可编程只读存储器 EEPROM 可在正常工作电压下进行读写, 并能在断电的情况下保持信息不丢失。

3. 片内输入/输出接口功能

最初的单片机只有并行输入/输出接口、定时器/计数器, 它们的功能较弱, 实际应用中往往需要通过特殊的接口扩展功能, 从而增加了应用系统结构的复杂性。

近年来, 新型单片机内的接口无论类型还是数量上都有很大的发展, 这不仅大大提高了单片机的功能, 而且使系统的总体结构也大大简化了。例如, 有些单片机的并行 I/O 口能直接输出大电流和高电压, 可直接用于驱动荧光显示管(VFD)、液晶显示器(LCD)和数码显示管(LED)等, 应用系统中就不再需要外部驱动电路; 有些单片机片内含有 A/D 转换器, 在一些实时控制系统中可省掉外部 A/D 转换器。

目前, 在单片机中包含的各种接口有数十种, 如 A/D 转换器、D/A 转换器、DMA 控制器、CRT 控制器、LCD 驱动器、LED 驱动器、VFD 驱动器、正弦波发生器、声音发生器、字符发生器、波特率发生器、锁相环、频率合成器、脉宽调制器等。虽然一个单片机内只含若干种接口, 但其功能却比初期的单片机强得多。

4. 特种单片机发展迅速

面对激烈的市场竞争, 许多公司推出了性能、功能多样化的单片机。例如, TI 公司的 MSP430, 其功耗极低, 适合掌上控制; RCA 公司的 68HC05D2 在片内固化了键盘管理程序, CDP1804P 在片内固化了 PASCAL 语言等。

目前国际市场上 8 位、16 位单片机系列已有很多, 但是, 在国内使用较多的系列是 Intel 公司的产品, 其中又以 MCS-51 系列单片机应用尤为广泛, 历经多年不衰, 而且还在进一步发展。MCS-51 系列单片机的兼容机型号众多, 功能齐全, 可以满足不同场合的应用需要。

1.2 MCS-51 及其兼容的单片机

目前, 在 8 位单片机的使用中, 以 MCS-51 系列单片机应用最为广泛, 与其兼容的单片机数量众多, 以下简单介绍 MCS-51 及其兼容的单片机产品, 较详细的介绍可参见本书第 12 章。

1.2.1 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司早期推出的性能优越的单片机, 该系列有 8031、8051、

8751 及 8032、8052、8752 等多种产品，其中 8051、8052 片内带有 4KB 的 ROM，8751、8752 片内带有 4 KB 的 EPROM，8031、8032 片内没有 ROM(使用时，需要在其外部扩展程序存储器)。另外，8031/51 片内有 128B 的 RAM，8032/52 片内有 256B 的 RAM。MCS-51 系列单片机的典型产品是 8051，它内部有 4KB 的 ROM，128B 的 RAM，两个 16 位的定时器/计数器，4 个 8 位的并行 I/O 口，一个串行口及 5 个中断源等资源。MCS-51 系列单片机内部资源配置如表 1-1 所示。

表 1-1 MCS-51 系列单片机内部资源配置

型号	程序存储器	片内 RAM	定时器/计数器	并行 I/O 口	串行口	中断源/中断优先级
8031/80C31	无	128 B	2×16	32	1	5/2
8051/80C51	4 KB ROM	128 B	2×16	32	1	5/2
8751/87C51	4 KB EPROM	128 B	2×16	32	1	5/2
8032/80C32	无	256 B	3×16	32	1	6/2
8052/80C52	4 KB ROM	256 B	3×16	32	1	6/2

除非特别声明，本书以 8051 单片机为例讲解 MCS-51 系列单片机的原理及接口。

1.2.2 8051 兼容的单片机

如前所述，由于 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机的内核的开放性，使得一些半导体芯片制造商在 51 内核上集成了一些片内外设，如 ADC、DAC、存储器等，使其可成为 MCS-51 的兼容机。典型的有 ATMEL 公司的 AT89C 系列内部集成 Flash ROM，PHILIPS 公司的与 8051 兼容的单片机中集成了各种总线、ADC、DAC 等，华邦公司的 WE78、WE77 系列等集成了 Flash ROM、WDT(“看门狗”计时器电路)等功能。这些功能不同的兼容机，使 MCS-51 单片机的应用越来越广，且价格越来越低，性能越来越好。这些与 MCS-51 单片机兼容的单片机的指令与 8051 完全兼容，大大方便了开发者的使用。一些常用的与 51 系列兼容的单片机的特性如表 1-2 所示。

表 1-2 与 51 系列兼容的单片机特性

厂商	型号	程序存储器	片内 RAM	定时器/计数器	并行 I/O 口	串行口	中断源/优先级	其他特点
ATMEL	AT89C2051	2 KB Flash ROM	128 B	2 × 16	15	1	6/2	直接驱动 LED 输出，片上模拟比较器
	AT89C51	4 KB Flash ROM	128 B	2 × 16	32	1	6/2	
	AT89C52	8 KB Flash ROM	256 B	2 × 16	32	1	8/2	
	AT89S53	12 KB Flash ROM	256 B	3 × 16	32	1	9/2	SPI，WDT，2 个数据指针
华邦	W78E51	4 KB EPROM	128 B	2 × 16	32	1	5/2	
	W77E58	32 KB Flash ROM	256 B+1024 B	3 × 16	36	2	12/2	扩展了 4 位 I/O 口，双数据指针，WDT

续表

厂商	型号	程序存储器	片内 RAM	定时器/计数器	并行 I/O	串行口	中断源/优先级	其他特点
Analog Devices	AD μ C812	8 KB EEPROM	256 B+640 B	2 $\times$ 16	32	1	9/2	WDT, SPI, 8 通道 12 位 ADC, 2 通道 12 位 DAC, 片上 DMA 控制器
PHILIPS	80C552	无	256 B	3 $\times$ 16	48	1	15/4	CMOS 型 10 位 ADC, 捕捉/比较单元, PWM
	83/87C552	8 KB EEPROM	256 B	3 $\times$ 16	48	1	15/4	CMOS 型 10 位 ADC, 捕捉/比较单元, PWM
	83/89CE558	32 KB EEPROM	256 B+1024 B	3 $\times$ 16	40	1	15/4	8 通道 10 位 ADC, 捕捉/比较单元, PWM, 双数据指针, I ² C 总线, PLL(32 kHz)
	83C592	16 KB EEPROM	256 B+256 B	3 $\times$ 16	48	2	15/2	CMOS 型 CAN 微控制器
SST	SST89E554	32KB+8KB Flash ROM	1 KB	3 $\times$ 16	32	2	8/4	40 MHz, SPI, 双数据指针, WDT
TI	MSC1210Y2	4KB+2KB Flash ROM	1280 B	3 $\times$ 16	32	2	21/12	32 位累加器, WDT, SPI, 低电压检测, 16 位 PWM
Intel	87C54	16 KB EPROM	256 B	3 $\times$ 16	32	1	7/4	具有帧错误检测的可编程串口
	83/87C51GB	8 KB EPROM	256 B	3 $\times$ 16	48	1	15/4	PWM, WDT, 8 通道 8 位 ADC, 具有帧检测和识别的串口

注: SPI (Serial Peripheral Interface)即串行外围设备接口; WDT(Watch Dog Timer)即“看门狗”计时器电路;

I²C(Inter-Integrated Circuit)即芯片间串行传输总线; PWM(Pulse Width Modulation)即脉宽调制。

1.3 单片机的应用领域

单片机主要可用于以下几方面:

(1) 工业测控系统中的应用。由于控制系统特别是工业控制系统的工作环境恶劣, 各种干扰较强, 而且往往要求实时控制, 故要求控制系统工作稳定、可靠, 抗干扰能力强。单片机最适宜用于工业控制领域, 如恒温控制、电梯控制、飞机导航、火箭飞行、航天卫星及各种生产线自动控制等。

(2) 智能仪器仪表中的应用。用单片机制作的测量、控制仪表, 能使仪表向数字化、智能化、多功能化、柔性化发展, 并将监测、处理、控制等功能一体化, 使仪表重量大大减轻, 便于携带和使用, 同时降低了成本, 提高了性价比, 如数字式示波器、智能转速表、计时器及各种各样的测量仪等。

(3) 家用产品中的应用。单片机在家用产品特别是家用电器中使用得相当广泛, 通过智能控制可使传统家电产品结构简化, 控制智能化, 功能强, 可靠性高, 节能, 节电, 如模糊洗衣机、变频空调、数字电视机、家用 VCD、DVD、智能电动玩具、电子琴等。

(4) 计算机外设及办公、通信产品中的应用。在计算机应用系统中, 除通用外部设备(键

盘、显示器、打印机)外,还有许多用于外部通信、数据采集、多路分配管理、驱动控制等接口。如果这些外部设备和接口全部由主机管理,势必造成主机负担过重、运行速度降低,并且不能提高对各种接口的管理水平。如果采用单片机专门对接口进行控制和管理,则主机和单片机就能并行工作,这不仅可大大提高系统的运算速度,而且单片机还可对接口信息进行预处理,以减少主机和接口间的通信密度,提高接口控制管理的水平,如绘图仪控制器、磁带机、打印机的控制器等。除办公用的计算机外,其他办公产品中也大量采用单片机,如复印机、传真机等;在通信设备厂中,如调制解调器、程控电话交换机、电话机、手机、无线中继站等也大量使用单片机。

综上所述,单片机在很多应用领域都得到了广泛的应用。目前国外的单片机应用已相当普及,国内虽然从1980年才开始着手开发应用,但至今也已有数十家专门生产单片机的工厂或公司,愈来愈多的科技工作者投身到单片机的开发和应用中,并且在程序控制、智能仪表等方面涌现出大量科技成果。可以预见,单片机在我国必将有着更为广阔的发展前景。

1.4 单片机的开发工具和仿真调试方式

1.4.1 单片机的开发工具

所谓单片机的开发,就是利用单片机内部的资源,配置相应接口电路、测控电路及外部设备,设计相应的程序以完成目标系统所需功能的过程。

学习单片机的目的是应用它实现不同控制功能。要学好单片机的知识,除了掌握单片机的原理(内部结构、指令系统等)外,还必须具备必要的硬件知识,如数字电路、模拟电路以及各种接口芯片,因为任何一款单片机都不可能含有我们所要设计和开发的系统的全部功能,这就需要通过相应的硬件电路(或软件)去实现。最典型的人机接口,如显示器、键盘等,需要通过接口和程序才能实现;更高层次的开发应用还需掌握传感器及信号处理知识、控制及驱动电路的设计等硬件知识,以实现不同功能和要求的单片机系统(参见第11章)。

开发一个单片机应用系统,除了设计硬件电路外,就是编写相应的程序。程序的正确与否,需要通过仿真器来调试,因为任何一个程序都不是一次编写就能成功的,需要反复修改和反复实验。有时,硬件的错误也可以通过正确的软件来发现。

因此,熟练掌握单片机,必须有相应的开发工具,具体如下:

首先,要有一套合适的仿真器或下载转换板,用来调试编写的程序,通过仿真,可以发现程序设计中的错误并及时更正。当然,也可以利用正确的软件来检查硬件电路的错误。

仿真器或下载转换板可以通过生产厂家购买,比较典型的有南京伟福仿真器、启东单片机仿真器等。一般学校购买的单片机实验装置都含有仿真器和用户板。

其次,要有一块用户板。我们把各种硬件电路制成的电路板称为用户板,一个简单的用户板应包括I/O接口(特别是人机接口)、A/D转换、D/A转换、通信等功能。用户板可根据需要通过自行焊接或购置实现。

学习完单片机内部的结构及指令系统后,便可以通过实验掌握单片机的原理、系统设计及产品开发。

1.4.2 单片机的仿真调试方式

1. 通过仿真器调试

通过仿真器调试单片机的原理框图如图 1-1 所示。这种方式下,通过 PC 机编写源程序,汇编后如无错误,则下载到仿真器中。采用断点、单步等调试功能,利用各种窗口观察程序的执行情况,同时观察用户板上相应的硬件变化。如果所有功能达到预期目的,则通过编程器把调试好的程序烧写到带存储器的单片机或单独的程序存储器中,此时,在用户板中插上带程序的单片机芯片(或程序存储器),该系统便可脱离仿真器单独工作。这种方式的优点是,调试时程序在仿真器内部 RAM 中,可以无限次写入而不会损坏仿真器,缺点是仿真器价格一般较贵。

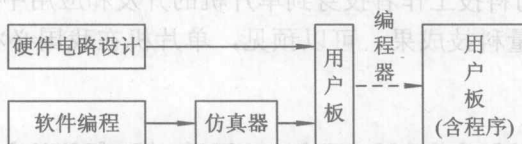


图 1-1 通过仿真器调试单片机

仿真器的型号较多,功能各异,比较典型的仿真器及软件是基于 Windows 调试的仿真器,具体功能和使用方法请参阅附录中的相关网站和参考资料。

2. 利用下载板调试

通过 ISP 调试单片机的原理框图如图 1-2 所示,它是通过单片机内部的 Flash,使用 ISP(In System Program, 在片上可编程系统)方式直接把编好的程序写入单片机内部的 Flash ROM 或 EEPROM 中,然后在用户板上调试。



图 1-2 通过 ISP 调试单片机

这种方式的优点是,调试时,程序直接下载到单片机内部的程序存储器中,无需仿真器,下载板价格低廉。缺点是需要专用的内部带程序存储器的单片机,如 AT89S51、AT89S52 系列的单片机,下载的次数也有限制;另外,下载板也会占用单片机的若干个 I/O 口资源。

习题与思考题

- 1-1 什么是单片机?它与一般微型计算机在结构上有何区别?
- 1-2 MCS-51 系列单片机内部资源配置如何?试举例说明 8051 及与 51 兼容的单片机的异同。
- 1-3 简述单片机的仿真调试方式。

第2章 MCS-51 系列单片机的结构及原理

MCS-51 系列单片机产品有 8051、8031、8751、80C51、80C31 等型号(前三种为 CMOS 芯片,后两种为 CHMOS 芯片)。它们的结构基本相同,主要差别反映在存储器的配置上。本章将对 8051 单片机的结构、组成及工作方式作一介绍。

2.1 MCS-51 单片机内部结构

2.1.1 MCS-51 单片机组成

MCS-51 单片机内部包含下列几个部件:

- ◆ 一个 8 位 CPU;
- ◆ 一个片内振荡器及时钟电路;
- ◆ 4 KB ROM 程序存储器;
- ◆ 128 B RAM 数据存储器;
- ◆ 两个 16 位定时器/计数器;
- ◆ 可寻址 64 KB 外部数据存储器和 64 KB 外部程序存储器控制电路;
- ◆ 32 条可编程的 I/O 线(四个 8 位并行 I/O 端口);
- ◆ 一个可编程全双工串行口;
- ◆ 具有五个中断源、两个优先级嵌套中断结构。

8051 单片机框图如图 2-1 所示。各功能部件由内部总线连接在一起。图中 4KB 的 ROM 存储器部分用 EPROM 替换就成为 8751 的结构图;去掉 ROM 部分就成为 8031 的结构图。

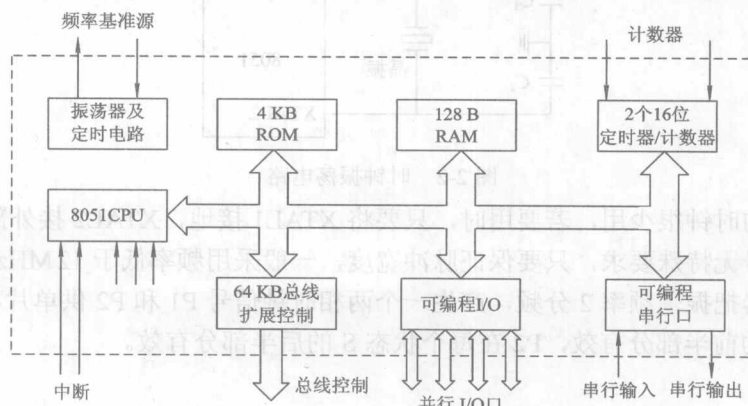


图 2-1 8051 单片机框图