

普通高校系列教材·信息技术

单片机原理·接口及应用

普通高校系列教材（信息技术）编委会组编

朱大奇 李念强 编



南京大学出版社

普通高校系列教材·信息技术

单片机原理·接口及应用

朱大奇 李念强 编

南京大学出版社

内

容

简

介

本书在阐明 80C51 单片机结构原理的基础上,介绍了单片机应用系统中的典型接口电路,如存储器系统及 I/O 口扩展、信号输入及调理电路、信号输出及功率驱动接口、人机交互接口等。本书最后介绍了单片机设计的一般过程与方法,并在作者所做过的单片机应用系统实践中选出两个典型应用进行了认真的分析,使读者真正了解与掌握单片机应用系统从设计、调试到工程实现的全过程。

本书可作为普通高校计算机及应用、工业自动化、自动化仪表及其相关专业学生教材和教学参考书,也可作为广大工程技术人员及单片机开发人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理·接口及应用/朱大奇,李念强编.—南京:南京大学出版社,2003.6
(普通高校系列教材·信息技术)

ISBN 7-305-04072-X

I.单... II.①朱...②李... 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(2003)第 030521 号

书 名 单片机原理·接口及应用

编 者 朱大奇 李念强

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093

电 话 025-3596923 025-3592317 传真 025-3303347

网 址 <http://press.nju.edu.cn>

电子函件 nupress1@public1.ptt.js.cn

经 销 全国新华书店

印 刷 合肥学苑印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张:14 字数:333 千字

版 次 2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-305-04072-X/TP·260

定 价 20.00 元

* 版权所有,侵权必究。

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换。

普通高校系列教材(信息技术)编委会

主 任: 孙钟秀 中国科学院院士

副主任: 张福炎 南京大学教授

陈国良 中国科学技术大学教授

钱洲胜 中国计算机函授学院院长

委 员(按姓氏笔划排序):

王佩珠	西安交通大学	王 文 兰	桂林电子工业学院
王蔚韬	重庆建筑大学	伍良富	成都电子科技大学
成松林	东南大学	刘存书	郑州信息工程大学
朱大奇	安徽工业大学	朱宝长	西安电子科技大学
孙德文	上海交通大学	杜象元	上海交通大学
李茂青	厦门大学	李学干	西安电子科技大学
杨来利	兰州大学	何淑兰	北京科技大学
张凤祥	华中科技大学	张绍林	河北行政学院
张维勇	合肥工业大学	张民坤	云南工业大学
张景书	哈尔滨工程大学	邹华跃	中国计算机函授学院
赵良全	新疆大学	皇甫正贤	东南大学
洪志全	成都理工学院	姚君遗	合肥工业大学
高 平	浙江大学	陶世群	山西大学
曹翊旺	湖南省计算机高等专科学校	梁文康	山东大学
韩国强	华南理工大学	舒 洪	南昌大学
葛 燕	中国科学技术大学	解世耀	辽宁大学
谭耀铭	南京大学	黎庆国	合肥工业大学

出版前言

近些年来我国的高等教育事业有了长足的发展,高校招生人数年年递增,越来越多的年轻人有机会接受正规的高等教育。这一举措无疑对我国的社会进步和经济发展有着重要的意义。但是人们也深刻地认识到,高等教育质量的好坏是一个不容忽视的关键性问题,而保证教育质量的一个重要环节就是抓好教材建设。但是教材内容陈旧,教学手段落后的现象一直存在着,尤其像计算机技术这样的新兴领域发展迅猛,知识更新日新月异,教学内容落后于新技术新知识的矛盾显得尤为突出。基于上述两方面考虑,在南京大学出版社的鼎力相助下,一个以组编高校信息、电子类专业教材为主要任务的教材编委会成立了。

针对我国高等教育的现状和信息、电子技术的发展趋势,编委会组织部分高校的专家教授进行了深入的专题研讨。大家一致认为,在当前情况下组编一套紧跟新技术发展、符合高校教学需要、满足大学生求知欲望的系列教材势在必行,这将有助于规范教学体系、更新教学内容、把握教学质量,培养合格人才。专家们还对教材的结构、内容、体例及配套服务等提出了具体要求。为了能使这套教材逐步完善,并促进全国各地高校教学质量的提高,编委会决定在教材之外认真做好三件事:第一,为每本教材配备一本供学生使用的学习参考书,其主体内容为学习方法指导、习题分析与解答、典型题解或课程设计、模拟测试卷及解答、实验指导书;第二,定期对教材内容进行修订,及时补充新技术新知识,并根据具体情况组编新的教材;第三,有计划地组织各地高校教师进行教学交流与研讨,通过这种途径来提高偏远地区的师资水平。我们相信,通过各方面的大力支持和大家的不懈努力,这套教材会逐步被广大师生所接受,并在使用过程中得到完善、充实。

本套教材所涉及到的源程序、素材、效果图、电子教案等,请到 <http://www.cccc.net.cn/~book> 下载。

大家都知道,组编这样一套系列教材是个牵涉面很广的大工程。这个工程不仅在起步阶段需要得到各级教育主管部门、各高等院校、出版社的大力支持和协助,而且在使用过程中也离不开各位专家、教授、学生的热心呵护和指导。因此,殷切期待所有的能人志士关心我们,帮助我们,提出好的建议或意见,指出教材中的不足之处。

最后,感谢所有为本套系列教材出版付出辛勤劳动的同志们。

普通高校系列教材(信息技术)编委会

2003年4月

编 者 的 话

目前,单片机作为微计算机的一个重要分支,发展迅速、应用广泛,尤其是 MCS-51 系列单片机,在中国已经得到了广泛的应用。目前在智能仪器、工业控制、机电一体化等方面取得了令人瞩目的成果。

本书以近年来被广泛使用的单片机 80C51 为例,从单片机的原理·接口及实践应用这三个方面进行了系统地介绍,在内容的选择及编写方面力求实用性和典型性,书中的应用设计实例大多来自单片机的应用实践并且经过了检验。在书的最后一章,作者介绍了单片机设计的一般过程与方法,并在作者所做过的单片机应用系统实践中选出两个典型应用进行了分析。对于在软件设计中经常遇到的各种常用程序的设计及硬件接口设计中的各种常用和典型的设计方案,本书也作了详细的介绍,许多功能子程序和典型的接口方案可以直接使用。

本书在写作上力求文字精炼、通俗易懂。对许多芯片的介绍不把过多的篇幅放在原理的介绍上,着重从应用出发,重点介绍其使用方法,突出理论联系实际,强调工程性和实用性,并力求结构合理、深入浅出,使之便于理解与自学。本书可作为普通高校计算机及应用、工业自动化、自动化仪表及其相关专业学生教材和教学参考书,也可作为广大工程技术人员和从事单片机开发人员的参考资料。

全书共分十三章。前六章着重从应用设计方面介绍 80C51 单片机的硬件结构、工作原理及指令系统,第七至第十章介绍单片机的典型接口设计,最后三章主要介绍单片机应用设计的一般方法、抗干扰设计和应用实例。其中第七、第八、第九、第十、第十二章由江南大学(原无锡轻工业大学)通信与控制工程学院朱大奇编写,第一、第二、第四、第五、第六章由南京航空航天大学李念强编写,第十三章由朱大奇和李念强共同编写,第三、第十一章由安徽农业大学徐光翔编写,全书由朱大奇统稿。

在本书选题、编写、定稿和出版的过程中得到汪海翔、李莉、徐光明等同志的大力支持和帮助,作者在此表示衷心的感谢。另外本书编写过程中曾参考和引用了国内外许多专家与学者的论文和专著,在此一并致谢。

由于时间仓促,加上作者水平所限,书中定有不少缺点和错误,热忱欢迎广大读者批评指正。

编 者

2003 年 4 月

目 录

第1章 单片微型计算机概述	(1)
1.1 单片机的发展概况	(1)
1.1.1 单片机的发展阶段	(1)
1.1.2 单片机的发展趋势	(2)
1.2 单片机的应用	(3)
1.3 MCS-51 和 80C51 系列单片机	(4)
小结和讨论	(7)
第2章 80C51 单片机的硬件结构	(8)
2.1 80C51 单片机的硬件结构特点	(8)
2.2 80C51 单片机的引脚功能	(10)
2.3 80C51 单片机的内部结构及中央处理器	(13)
2.3.1 80C51 的内部结构框图与组成	(13)
2.3.2 80C51 的中央处理器	(14)
2.4 80C51 单片机的存储器结构	(18)
2.4.1 程序存储器	(19)
2.4.2 内部数据存储器	(20)
2.4.3 特殊功能寄存器	(21)
2.4.4 位地址空间	(22)
2.4.5 外部数据存储器	(23)
2.5 80C51 单片机的布尔处理器	(23)
2.6 80C51 单片机的工作方式	(24)
2.6.1 复位方式	(24)
2.6.2 程序执行方式	(26)
2.6.3 低功耗方式	(26)
小结和讨论	(28)
习题	(29)
第3章 80C51 单片机系统的指令	(31)
3.1 80C51 单片机系统的寻址方式	(31)
3.1.1 指令	(31)
3.1.2 寻址方式	(32)
3.2 80C51 单片机指令系统的分类	(34)
3.2.1 数据传送	(34)
3.2.2 算术运算指令	(38)
3.2.3 逻辑运算指令	(41)

3.2.4 布尔指令	(43)
3.2.5 控制转移指令	(44)
3.2.6 综合举例	(46)
小结和讨论	(47)
习题	(47)
第4章 80C51 单片机的定时器/计数器	(49)
4.1 80C51 单片机的定时器/计数器结构	(49)
4.2 80C51 单片机的定时器/计数器工作方式	(51)
4.2.1 定时器/计数器 T0、T1	(51)
4.2.2 定时器/计数器 T2	(54)
4.3 80C51 单片机的定时器/计数器编程和应用	(59)
小结和讨论	(66)
习题	(68)
第5章 80C51 单片机的串行接口	(69)
5.1 80C51 单片机的串行口结构	(69)
5.2 80C51 单片机的串行口工作方式	(71)
5.3 80C51 单片机的多处理器通信	(74)
5.4 80C51 单片机的波特率制定方法	(74)
5.5 80C51 单片机串行口的编程和应用	(76)
小结和讨论	(82)
习题	(85)
第6章 80C51 单片机的中断系统	(86)
6.1 80C51 单片机的中断及中断请求源	(86)
6.1.1 80C51 的中断	(86)
6.1.2 80C51 的中断请求源	(87)
6.2 80C51 单片机的中断优先级	(89)
6.3 80C51 单片机的中断响应过程及中断矢量地址	(90)
6.3.1 80C51 单片机的中断响应过程	(90)
6.3.2 80C51 单片机的中断矢量地址	(91)
小结和讨论	(91)
习题	(92)
第7章 单片机存储系统的扩展	(93)
7.1 单片机程序存储器系统的扩展	(93)
7.1.1 存储器芯片	(93)
7.1.2 常用寄存器	(94)
7.1.3 几种常用的 EPROM 芯片及其扩展电路	(96)
7.1.4 几种常用的 EEPROM 芯片及其扩展电路	(98)
7.2 单片机数据存储器系统的扩展	(103)
7.2.1 常见的数据存储器芯片	(103)

7.2.2 数据存储器的扩展电路	(104)
7.3 单片机 I/O 口的扩展	(104)
7.3.1 并行 I/O 口的扩展	(104)
7.3.2 串行 I/O 口的扩展	(111)
小结和讨论	(113)
习题	(113)
第 8 章 信号输入通道及接口	(115)
8.1 信号的拾取与调理	(115)
8.1.1 信号放大和滤波	(115)
8.1.2 多路选择开关	(116)
8.2 逐次逼近式 A/D 转换器	(117)
8.2.1 逐次逼近式 A/D 转换原理	(117)
8.2.2 集成化逐次逼近式 A/D 转换器	(118)
8.3 双积分式 A/D 转换器	(122)
8.3.1 双积分式 A/D 转换原理与特性	(122)
8.3.2 集成化双积分式 A/D 转换器	(124)
8.4 电压/频率转换式 A/D 转换器	(128)
8.4.1 电荷平衡式 V/f 转换工作原理	(129)
8.4.2 集成化 V/f 转换器	(130)
小结和讨论	(131)
习题	(131)
第 9 章 信号输出通道接口	(132)
9.1 功率驱动接口器件及其接口电路	(132)
9.1.1 直流继电器的驱动与接口	(132)
9.1.2 可控硅整流器的驱动与接口	(133)
9.1.3 步进电机的驱动电路与接口	(134)
9.2 D/A 转换器及其接口	(135)
9.2.1 D/A 转换器的性能指标	(135)
9.2.2 集成型 D/A 转换器 AD7520	(136)
9.2.3 集成型 D/A 转换器 DAC0832	(137)
小结和讨论	(139)
习题	(140)
第 10 章 键盘、显示及打印机接口电路	(141)
10.1 键盘接口原理	(141)
10.1.1 键盘	(141)
10.1.2 单片机对非编码键盘的控制方式	(142)
10.2 显示器接口原理	(144)
10.2.1 LED 显示器结构	(144)
10.2.2 显示器工作原理	(145)

10.3 键盘/显示器接口实例	(146)
10.3.1 键盘及动态显示接口	(146)
10.3.2 键盘及静态显示接口	(150)
10.4 打印机及其接口	(152)
10.4.1 微型打印机	(152)
10.4.2 单片机与打印机的接口	(153)
小结和讨论	(155)
习题	(155)
第 11 章 单片机系统的软件设计	(156)
11.1 汇编语言概述	(156)
11.1.1 程序设计语言	(156)
11.1.2 伪指令	(156)
11.2 汇编语言程序设计	(158)
11.2.1 程序设计步骤	(158)
11.2.2 结构化程序设计方法	(158)
11.3 常用子程序	(162)
11.3.1 子程序结构与子程序设计	(162)
11.3.2 常用子程序	(163)
小结和讨论	(180)
习题	(181)
第 12 章 单片机应用系统的抗干扰技术	(182)
12.1 干扰的分类及来源	(182)
12.1.1 差模干扰	(182)
12.1.2 共模干扰	(182)
12.1.3 单片机系统的干扰表现	(183)
12.2 常用的抗干扰器件	(183)
12.2.1 隔离变压器	(184)
12.2.2 光电耦合器	(185)
12.2.3 隔离放大器	(186)
12.2.4 滤波器	(187)
12.2.5 DC - DC 转换器	(188)
12.3 常用抗干扰技术	(189)
12.3.1 硬件抗干扰	(189)
12.3.2 软件抗干扰	(192)
小结和讨论	(194)
习题	(195)
第 13 章 单片机应用系统的设计及其实例分析	(196)
13.1 单片机应用系统的设计	(196)
13.1.1 系统论证	(196)

13.1.2	应用系统的设计	(198)
13.1.3	系统的模拟调试	(200)
13.1.4	系统的现场联调与运行	(200)
13.2	智能 RLC 数字电桥的设计	(200)
13.2.1	测量原理	(200)
13.2.2	系统设计	(201)
13.2.3	系统软件设计	(204)
13.3	智能多点热电阻温度巡检仪的设计	(205)
13.3.1	温度测试原理	(205)
13.3.2	硬件电路设计	(206)
13.3.3	软件设计	(208)
	小结和讨论	(209)
	参考文献	(210)

第 1 章

单片微型计算机概述

单片微型计算机简称单片机,它是把组成微型计算机的各功能部件即中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 接口电路、定时器/计数器以及串行通讯接口等部件制作在一块集成芯片中,构成一个完整的微型计算机。

1.1 单片机的发展概况

1.1.1 单片机的发展阶段

单片机的产生与发展和微处理器的产生与发展大体上同步,也经历四个阶段:

第一阶段(1971 年~1974 年):1970 年微型计算机研制成功。1971 年 11 月,美国 Intel 公司生产出集成度为 2000 只晶体管/片的四位微处理器 4004,并且配有随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM 和移位寄存器等芯片,构成第一台 MCS-4 微型计算机。1972 年又生产出 8 位微处理器 8008。1974 年美国仙童(Fairchild)公司也研制成 F8 微处理器。这些微处理器就是现在单片机的雏形,从此拉开了研制单片机的序幕。

第二阶段(1974 年~1978 年):初级单片机阶段。1976 年,Intel 公司的 MCS-48 单片机研制成功,以其体积小、功能全、价格低等特点,获得了广泛的应用,成为单片机发展进程中的一个里程碑。MCS-48 单片机的成功,促使许多半导体公司和计算机公司争相研制和发展自己的单片机系列。

第三阶段(1978 年~1983 年):高性能单片机阶段。在这阶段推出的单片机普遍带有串口,有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器,片内 RAM、ROM 容量加大,且寻址范围可达 64K 字节,有的片内还带有 A/D 转换器接口。这类单片机有 Intel 公司的 MCS-51, Motorola 公司的 6801、6802, Zilog 公司的 Z-8 系列等,由于这类单片机的应用领域极其广泛,世界各地厂商都大力改进其结构与性能。

第四阶段(1983 年~):8 位、16 位单片机巩固发展、32 位单片机推出应用阶段。此阶段主要特征是:一方面发展 16 位、32 位单片机及专业单片机;另一方面不断完善高档 8 位单片机,改善其结构,以满足不同的用户需要。

现在世界上许多大公司都相继推出了各具特色的单片机品种:

日本日立公司(Hitachi)推出的 H8/300、H8/600 是较新款式的 8 位单片机系列,采用高级语言 C 编写软件,中央处理器工作频率为 10MHz,16 位寄存器及寄存器加/减(速度 200ns)、乘/除(速度 $1.4\mu\text{s}$ 至 $2.6\mu\text{s}$),寻址空间最多有 16MB。

日本 NEC 公司 78K/11 系列 16 位单片机,由于工作温度在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$,已作为汽车电子元件之一广泛用于汽车制造业。

美国 Motorola 公司的新一代 8 位单片机 M68HC08 采用了 $0.35\mu\text{m}$ 工艺,具有价格低、速度快(8MHz 总线速度)、功能强和功耗低等优点,特别是带有闪速 Flash 存储器的单片机,它具有更高的性能价格比,将会成为 Motorola 最主要的 8 位单片机。

M68HC08 单片机的功能有:时钟发生器模块 CGM、系统集成模块 SIM、串行通信接口 SCI、串行外围接口 SPI、定时器接口模块 TIM、直接存储器存取模块 DMA、系统操作正常监视模块 COP、低电压禁止模块 LVI、外中断请求模块 IRQ、断点模块 BREAK、监控 ROM 模块 MON、I/O 端口。

M68HC08 单片机的指令系统有:数据传送类指令、算术类指令、逻辑类指令、位操作类指令、移位类指令、程序控制类指令、二/十进制编码指令、特殊指令。

M68HC08 的主要特性有:

片内 EPROM:36K 字节;片内 RAM:1K 字节;16 位变址器(原 M68HC05 单片机为 8 位变址器);新增 8 种寻址方式和 78 条指令;3 通道 DMA;240 字节监控 ROM(MON);并行 I/O 端口:56 根 I/O;外总线接口 EB,寻址可达 1M 字节,寻址扩展可达 16M 字节(通过 DMA 及变址器);省电工作方式:STOP 和 WAIT 工作方式。

美国 Harris Corp 公司 NS 单片机系列产品,其概念核心是将共用的中央处理器结构作为整个系列所有成员的控制中心,这种方式可将各种 EEPROM、寄存器、比较器、模/数转换器及通用异步收发器(UART)等外围功能较迅速而有效地组合在一起。

对工业控制、智能仪表等诸多较高层次的应用领域,8 位单片机系列在性能、价格两方面有较好的兼顾。尽管目前单片机的品种很多,但其中最具典型性的当属 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 是在 MCS-48 的基础上于 20 世纪 80 年代初发展起来的,虽然它仍然是 8 位的单片机,但其功能有很大的增强;此外,它还具有品种全、兼容性强、软硬件资料丰富等特点,因此,MCS-51 应用非常广泛,成为继 MCS-48 之后最重要的单片机品种。直到现在 MCS-51 仍不失为单片机中的主流机型,国内尤以 Intel 的 MCS-51 系列单片机应用最广。由于 8 位单片机的高性能价格比,估计近十年内,8 位单片机将仍是单片机中的主流机型。

1.1.2 单片机的发展趋势

在短短的近三十年间,单片机经历了四次更新换代,其发展速度大约每二至三年要更新一代,集成度增加一倍、功能翻一番。目前,按内部数据通道的宽度来说,单片机已从最初的 4 位发展到 32 位。纵观近三十年的发展,单片机正朝多功能、多选择、高速度、低功耗、低价格、扩大存储容量和加强 I/O 功能及结构兼容方向发展。预计,今后的发展趋势不外乎在以下几个方面:

1. 多功能

在单片机中尽可能把应用所需的存储器、各种功能的 I/O 口都集成在一块芯片上,成为名副其实的单片机,如把 LED、LCD 或 VFD 显示驱动器也集成在 8 位单片机中。

2. 高性能

单片机从单 CPU 向多 CPU 方向发展,使单片机具有了并行处理的能力,如 Rockwell 公司的单片机 6500/21 和 R65C29 采用了双 CPU 结构,其中每一个 CPU 都是增强型的 6502。为了提高速度和执行效率,在单片机中开始使用 RISC、流水线和 DSP 等的设计技术,因而具有极高的运算速度。这类单片机的运算速度要比标准的单片机高出 10 倍以上,适合于作数字信号处理,如德州仪器公司的 TMS320 系列信号处理单片机和 NEC 公司的 μ PD-7720 系列单片机等。

3. 低电压、低功耗

单片机大量应用于便携式产品和家电消费类产品,低电压和低功耗的特性尤为重要。目前推出的单片机大都采用 CHMOS 工艺制造,这种工艺兼有 HMOS 高速、高集成度和 CMOS 低功耗的特性,并使适应电压范围变宽。许多单片机已可在 2.2V 电压下运行,有的已能在 1.2V 或 0.9V 电压下工作,功耗已为 μ W 级,在一粒钮扣电池下就可长期运行。

4. 低价格

单片机应用的另一个显著特点是量大面广,世界各大公司在提高单片机性能的同时,也十分注意降低价格,提高竞争力,如 Z-8 系列的 Z8600、80C51 系列的 8031 每片仅售 1~1.5 美元。

1.2 单片机的应用

单片机的出现是近代计算机技术发展史上的一个重要里程碑,单片机的诞生标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。与巨大体积和高成本的通用计算机相比,单片机的单芯片的微小体积和极低的成本,使其可广泛地嵌入到如玩具、家用电器、机器人、仪器仪表、汽车电子系统、工业控制单元、办公自动化设备、金融电子系统、舰船、个人信息终端及通信产品中,成为现代电子系统中最重要的智能化工具。

单片机作为最典型的嵌入式系统,它的成功应用推动了嵌入式系统的发展。近年来,除了各种类型的工控机,各种以通用微处理器构成的计算机主板模块、以通用微处理器为核心的、片内扩展一些外围功能电路单元构成的嵌入式微处理器甚至单片形态的 PC 机等,都实现了嵌入式应用,成为嵌入式系统的庞大家族。

单片机是现代计算机、电子技术的新兴领域,无论是单片机本身还是单片机应用系统设计方法都会随时代的变化而不断的变化。目前以及未来相当长的一段时间内,单片机相关的系统技术为:

① 全盘 CMOS 化。CMOS 电路具有众多的优点,如极宽的工作电压范围、极佳的本质低功耗及功耗管理特性,已成为目前单片机及其外围器件流行的半导体工艺。

② 单片机在片 ROM 应用。目前单片机已广泛使用在片程序存储器技术,最广泛的应用状态是 OTPROM、FlashROM、MaskROM。

③ 以串行方式为主的外围扩展。目前单片机外围器件普遍提供了串行扩展方式,串行扩展具有方便、灵活、电路系统简单、占有 I/O 资源少等特点,是一种流行的扩展方式。

④ 8 位机的主流地位。这是由面向对象、大多数嵌入应用对象有限响应时间要求所决定的。从 8 位机诞生至今,乃至今后相当长的一段时间内,单片机应用领域中 8 位机的主导地位不会改变。作为典型嵌入式系统的单片机,在我国大规模应用已有十余年历史,它已成为电子系统内最普遍的应用手段。近年来,在高校中大力推行的各种电子设计竞赛中,采用单片机系统来解决各类电子技术问题已成趋势。

1.3 MCS-51 和 80C51 系列单片机

单片机系列品种繁多,现在世界各地厂商已研制出大约 50 个系列、30 多个品种的单片机产品,对一个初学者来说,不可能、也没有必要同时学习如此多种类的单片机。通常的方法是:学习一种典型的单片机系列,掌握好其硬件结构和软件知识,在实际应用中,若需要其它种类的单片机,可以触类旁通,只需将这两种不同种类的单片机的不同特点及软硬件上的不同之处稍加区分即可应用了。

在所有单片机类型中,MCS-51 系列单片机和 80C51 系列单片机的硬件结构简单明了、特殊功能寄存器功能规范并且软件指令系统易于掌握,是一种便于学习、理解和掌握的单片机。该系列单片机在国内介绍较多、资料比较齐全,其本身性能价格比较高,供货渠道较多,所以本书以 80C51 系列为例介绍单片机知识。

MCS-51 系列 8 位高档单片机是在总结 MCS-48 系列单片机的基础上,于 20 世纪 80 年代初推出的新产品。其主要的技术特征是:

① 扩大了片内存储容量、外部寻址空间:程序存储器和片外数据存储器的寻址都增加到 64KB。

在 MCS-51 系列单片机中,8031、8751 与 8051 的内部结构基本相同。其区别仅在于:8031 内部不含有程序存储器,必须由外部扩展;8751 内部程序存储器为可编程、可改写的只读存储器 EPROM,其内部程序由用户自行写入。

在片内数据存储器方面,采用 8 位地址,寻址范围为 256B。其中,00H~7FH 为 128B 的片内 RAM,用来存放用户的随机数;在 80H~FFH 范围内离散地分布着 21 个特殊功能寄存器,其中 11 个特殊功能寄存器具有位寻址能力。在片内 RAM 中,00H~1FH 可分为 4 个寄存器工作区,寄存器工作区由选择指令进行切换,从而有效地提高了 CPU 的现场保护能力和实时响应速度;20H~2FH 单元可进行位寻址。

② 增强了并行口、增设了全双工串行口 I/O:4 个 8 位并行 I/O 接口,可用于地址和数据的传送,也可以与 8243、8155、8255 等连接进行外部 I/O 接口的扩展;1 个全双工串行 I/O 通信接口,可用于数据的串行接收和发送,为构成串行通信网络提供了方便。

③ 增加了定时器/计数器的个数并扩展了长度:定时器/计数器由一个变为两个(8052为三个),计数长度由 8 位增为 16 位,且有 4 种工作方式。这样,既提高了定时/计数范围,又使用户使用灵活方便。

④ 增强了中断系统:设置有 2 级中断优先级,可接收 5 个中断源的中断请求,中断优先级可由用户定义。这样,就使 MCS-51 单片机很适合用于数据采集与处理、智能仪器仪表和工业过程控制中。

⑤ 具备较强的指令寻址和运算等功能:有 111 条指令,可分为 4 大类,使用了 7 种寻址方式。这些指令 44% 为单字节指令,41% 为双字节指令,15% 为三字节指令。若用 12MHz 的晶振,50% 的指令可在 $1\mu\text{s}$ 内执行完毕,40% 的指令可在 $2\mu\text{s}$ 内执行完毕。此外,还设有减法、比较和 8 位乘、除法指令,指令的执行时间仅为 $4\mu\text{s}$ 。这样,大大地提高了 CPU 的运算和数据处理能力。

⑥ 增设了颇具特色的布尔处理机:在指令系统中设置有位操作指令,可用于位寻址空间,这些位操作指令与位寻址空间一起构成布尔处理机。布尔处理机对于实时逻辑控制处理具有突出的优点。

可以看出,这一代单片机主要的技术特征是为单片机配置了完善的外部并行总线(地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB)和具有多机识别功能的串行通信接口(UART),规范了功能单元的特殊功能寄存器(SFR)控制模式及适应控制器特点的布尔处理系统和指令系统,为发展具有良好兼容性的新一代单片机奠定了良好的基础。

80C51 为第三代单片机。它包括了 Intel 公司发展的 MCS-51 系列的新一代产品,如 8XC152、80C51FA/FB、80C51GA/GB、8XC451、8XC452,还包括了荷兰的 Philips(飞利浦)、德国的 Siemens(西门子)、ADM、日本的 Fujitsu(富士通)、OKI、美国的 ATMEL 等公司,它们以 80C51 为核心推出的大量各具特色并与 MCS-51 兼容的单片机。

80C51 系列单片机是在 MCS-51 的 HMOS 基础上发展起来的,他们具有 CMOS 结构,部分厂家生产的 80C51 系列或与之兼容的单片机的特点列于表 1-1、表 1-2 及表 1-3 中。

表 1-1 Philips 公司 80C51 系列的部分单片机

型 号			存储器(B)		定时器/ 计数器	I/O 脚	串行口	中断	速度 (MHz)	其他 特点
无 ROM	ROM	EPROM	ROM	RAM						
—	83C750	87C750	1K	64	1	19	1	2	40	20 引脚
—	83C751	87C751	2K	64	1	19	1	2	16	I ² C
	83C752	87C752	2K	64	1	21	1	2		I ² C
80C31	80C51	87C51	4K	128	2	32	1	2		
80CL31	80CL51		4K	128	2	32	1	10	16	
80C32	80C52	87C52 89C52	8K	256	3	32	1	2	33	
	80C550	83C550 87C550	4K	128	3	32	1	2	16	WDT, AD
	80C552	83C552 87C552	8K	256	4	48	2	2		I ² C, WDT AD, PWM
		83CE569	48K	2048	4	48	2	2	16	I ² C, WDT 低干扰
	83C592 80C592	87C592	16K	512	4	48	2	10	16	CAN, WDT

表 1-2 华邦公司 W78C51 及 W77C51 系列的部分单片机

型 号			存储器(B)		定时器/ 计数器	I/O 脚	串行口	中断	速度 (MHz)	其他 特点
无 ROM	ROM	EPROM	ROM	RAM						
W78C31B	W78C51	W78E51	4K	128	2	32	1	5	40	
W78C32B	W78C52	W78E52	8K	256	3	32	1	6	40	
W78C33B	W78C54	W78E54	16K	256	3	36	1	6	40	
	W78C58	W78E58	32K	256	3	36	1	6	40	
	W78C516	W78E516	64K	256	3	36	1	6	40	
	W78L51		4K	128	2	32	1	5	24	
W78L32	W78L52	W78LE52	8K	256	3	32	1	6	24	
W77C32				256	4	32	2	12	40	WDT
	W77C58	W77E58	64K	256	4	32	2	12	40	WDT
		W77LE58							25	

表 1-3 ATMEI 公司 89C51 系列的部分单片机

型 号			存储器(B)		定时器/ 计数器	I/O 脚	串行口	中断	速度 (MHz)	其他 特点
无 ROM	ROM	EEPROM	ROM	RAM						
		89C51 89LV51 89F51	4K	128	2	32	1	6		低电压
		89C52 89LV52	8K	256	2	32	1	7		低电压
		89C55 89LV55	20K							低电压
		89S8252 89LS8252	8K 2K							
		89S53 89LV53	12K							低电压
	80F51	87F51	4K	128	2	32	1	6		
	80F52	87F52	8K							
		89C1051	1K							20 引脚
		89C2051	2K							20 引脚
		89C4051	4K							20 引脚

从表中可以看出,80C51 系列单片机保留了 MCS-51 单片机的所有特性,内部组成基本