



21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国高职高专
计算机系列实用规划教材

单片机

原理与应用教程

主 编 赵润林 张迎辉
副主编 罗大晖 刘爱荣 王春红

内容特点:

- 全书以MCS-51型单片机应用系统为主线,围绕系统的组成、设计、调试运行,全面地介绍单片机的基础知识及应用系统的开发技术。
- 本书深入浅出,阐述透彻,有较强的可读性和实用性。
- 可作为高等职业院校以及各类培训班的教材,也可作为从事单片机开发应用的工程技术人员的参考书。



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专计算机系列实用规划教材

单片机原理与应用教程

主 编 赵润林 张迎辉
副主编 罗大晖 刘爱荣 王春红



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书采用教、学、做相结合的模式,以理论为基础、着眼应用,系统详尽地介绍了单片机应用技术所需的基本知识和技能。全书共分9章,包括 MCS-51 系列单片机的硬件结构、工作原理、指令系统、接口技术、串行通信、中断系统、语言程序设计及各功能部件的组成和应用等。通过学习这些内容,可对 MCS-51 系列单片机有一个总体的概念和认识,并在掌握基本硬件的基础上用软件实现其功能。

本书是在多年教学、实践的基础上,结合目前单片机的广泛应用和新技术发展编写的。全书选材合理、文字叙述清楚,可作为高职、高专、成人教育机电类及其相关专业单片机技术课程理论与实践的教材,也可供从事单片机应用工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用教程/赵润林,张迎辉主编. —北京:北京大学出版社,2005.9

(21 世纪全国高职高专计算机系列实用规划教材)

ISBN 7-301-09713-1

I. 单… II. ①赵… ②张… III. 单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 108985 号

书 名: 单片机原理与应用教程

著作责任者: 赵润林 张迎辉 主编

责任编辑: 李彦红

标准书号: ISBN 7-301-09713-1/TP·0820

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667

电子信箱: pup_6@163.com

排 版 者: 北京东方人华北大彩印中心 电话: 62754190

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 426 千字

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 24.00 元

前 言

单片机也叫嵌入式微控制器,其出现是计算机发展史上的重要里程碑,它具有体积小、功能强、可靠性高、价格低、性能稳定等优点,广泛应用于智能仪器仪表、自动控制、通信系统、家用电器等领域。了解单片机的知识并掌握其应用技术具有重要的意义。

目前,单片机的种类繁多,其中 MCS-51 单片机具有结构体系完整、指令系统功能完善和内部寄存器规范化等特色,在中国的单片机市场上一直是主流芯片。

本书是根据教育部对高职高专的培养目标及对单片机教学的基本要求,本着“从实践中来,到实践中去”的原则编写的。全书以 MCS-51 型单片机应用系统为主线,克服了以往单片机类书籍起点高、实践例子少等缺点,围绕系统的组成、设计和调试运行,全面地介绍了单片机系统结构的基本原理、51 指令系统与程序设计方法、中断与定时器系统、串行通信技术、接口技术、应用系统的扩展、设计实例及抗干扰设计等知识。通过学习本书,可为教师、学生和科研人员较全面地掌握单片机的基础知识及其在各个领域的应用打下坚实基础。

本书参考学时为 60~78 学时,具体安排如下:第 1 章 6~8 学时、第 2 章 8~10 学时、第 3 章 8~10 学时、第 4 章 8~10 学时、第 5 章 8~10 学时、第 6 章 8~10 学时、第 7 章 4~6 学时、第 8 章 6~8 学时、第 9 章 4~6 学时。使用者可根据具体情况增减学时。

本书的编写人员都是长期从事单片机教学与科研的教师及工程科技人员,具有丰富的教学和科研经验。本书的特点是深入浅出,阐述透彻、清晰,可读性较好,实用性较强。可作为高等职业院校及各类培训班的教材,也可供从事单片机开发、应用工作的工程技术人员参考。

本书由山西运城学院赵润林、黑龙江信息技术职业学院张迎辉主编,山西运城学院王春红、中州大学刘爱荣、常州信息职业技术学院罗大晖任副主编。其中赵润林编写第 1、4、6 章,并负责全书的统稿;王春红编写第 7、8、9 章;张迎辉编写第 2 章;罗大晖编写第 3 章;刘爱荣编写第 5 章;山西运城学院刘小军等参与部分编排工作。由于时间仓促及编者水平有限,书中难免出现错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2005 年 8 月

目 录

第1章 MCS-51 单片机系统结构.....1	
1.1 单片机概述.....1	
1.1.1 单片机的特点.....1	
1.1.2 单片机的发展概况.....1	
1.1.3 典型单片机系列的介绍.....3	
1.2 MCS-51 单片机结构简介.....4	
1.2.1 MCS-51 单片机的内部结构.....5	
1.2.2 80C51/80C52 单片机的 引脚定义及功能.....6	
1.2.3 内部数据存储器及 专用寄存器.....8	
1.2.4 外部数据存储器.....13	
1.2.5 程序存储器.....13	
1.3 并行 I/O 接口.....14	
1.3.1 P0 口.....14	
1.3.2 P1 口.....15	
1.3.3 P2 口.....16	
1.3.4 P3 口.....16	
1.4 单片机的复位电路与时钟电路.....17	
1.4.1 单片机的复位电路.....17	
1.4.2 单片机的时钟电路.....19	
1.4.3 单片机的 CPU 时序.....20	
1.5 单片机的工作方式.....22	
1.6 构建 MCS-51 型单片机的 最小系统.....24	
本章小结.....26	
习题.....26	
第2章 MCS-51 指令系统与程序设计.....27	
2.1 概述.....27	
2.1.1 指令格式.....27	
2.1.2 指令分类.....28	
2.2 寻址方式.....28	
2.2.1 立即数寻址.....28	
2.2.2 直接寻址.....29	
2.2.3 寄存器寻址.....29	
2.2.4 寄存器间接寻址.....29	
2.2.5 变址寻址.....30	
2.2.6 相对寻址.....30	
2.2.7 位寻址.....30	
2.3 指令系统.....30	
2.3.1 指令系统中的符号说明.....31	
2.3.2 数据传送类指令.....31	
2.3.3 算术运算类指令.....33	
2.3.4 逻辑运算及移位类指令.....37	
2.3.5 控制转移类指令.....41	
2.3.6 位操作类指令.....43	
2.3.7 常用伪指令.....44	
2.4 汇编程序设计.....46	
2.4.1 延时程序.....46	
2.4.2 分支程序.....46	
2.4.3 循环程序.....48	
2.4.4 地址表法散转程序.....49	
2.4.5 查表法程序设计.....50	
2.4.6 代码转换程序设计.....51	
2.4.7 定点数运算程序设计.....52	
2.4.8 子程序设计与堆栈技术.....53	
本章小结.....55	
习题.....55	
第3章 单片机的定时与中断系统.....58	
3.1 定时器/计数器.....58	
3.1.1 单片机定时器/计数器的 结构.....58	
3.1.2 定时器/计数器的工作方式.....60	
3.1.3 定时器/计数器的编程 和应用.....62	
3.2 中断系统.....66	

3.2.1 中断概述	66	第 5 章 单片机的系统扩展技术	116
3.2.2 MCS-51 的中断系统	67	5.1 程序存储器的扩展	116
3.2.3 中断的控制与管理	68	5.1.1 单片机程序存储器概述	117
3.2.4 中断处理过程	71	5.1.2 EPROM 程序存储器 扩展实例	119
3.2.5 外部中断源的扩展	73	5.1.3 EEPROM 扩展电路实例	120
3.2.6 中断的应用	74	5.1.4 常用程序存储器芯片	122
3.3 单片机中断与定时器/计数器 的应用训练	76	5.2 数据存储器的扩展	124
3.3.1 外部中断的应用训练	76	5.2.1 单片机 RAM 概述	124
3.3.2 定时器/计数器的应用训练	78	5.2.2 SRAM 扩展实例	126
3.3.3 外部脉宽的测量训练	81	5.2.3 新型存储器简介	127
3.3.4 “看门狗”的应用训练	85	5.3 TTL 芯片扩展 I/O 并行接口 的应用训练	128
本章小结	87	5.3.1 用 74LS377 扩展 8 位并行 输出接口的使用训练	129
习题	87	5.3.2 用 74LS373 扩展 8 位并行 输入接口的使用训练	130
第 4 章 串行通信技术	89	5.3.3 用三态门扩展 8 位并行 I/O 接口的使用训练	131
4.1 串行通信概念	89	5.4 Intel 系列可编程接口芯片	132
4.1.1 串行通信的基本方式	89	5.4.1 8255A 可编程外围并行 接口的结构及性能介绍	132
4.1.2 串行通信的传送方向	90	5.4.2 训练内容	139
4.1.3 串行通信的波特率	90	5.4.3 8255 的应用实例	139
4.2 MCS-51 串行通信接口	91	5.4.4 参考程序	140
4.2.1 串行通信口的结构	91	5.5 8155/8156 可编程 I/O 接口的 应用训练	141
4.2.2 串行口专用寄存器	91	5.5.1 8155 可编程 I/O 接口 的结构及性能介绍	141
4.2.3 串行通信的工作方式	93	5.5.2 训练内容	143
4.2.4 串行口的应用	96	5.5.3 MCS-51 单片机与 8155 接口的操作电路图	145
4.3 串行口的扩展应用	99	5.5.4 8155 的编程应用	145
4.3.1 串行口扩展显示器训练	99	5.6 8253/8254 可编程定时器/计数器 的应用训练	146
4.3.2 串行口扩展的键盘训练	101	5.6.1 8253/8254 可编程定时器/ 计数器的结构及性能介绍	146
4.4 串行通信的应用	102	5.6.2 8253 和 MCS-51 的 接口电路图	154
4.4.1 中断方式下的双机通信训练	102		
4.4.2 用电流环实现远距离 通信训练	105		
4.4.3 计算机与单片机的 通信训练	106		
4.4.4 中断方式下的多机 通信训练	110		
本章小结	114		
习题	114		

5.6.3 8253 的应用举例.....	155	7.3 单片机应用系统的调试.....	214
本章小结	157	7.3.1 硬件的调试方法.....	214
习题	157	7.3.2 软件调试方法.....	215
第 6 章 单片机接口实用技术及应用.....	159	7.4 单片机开发系统举例.....	216
6.1 单片机与键盘接口	159	本章小结	218
6.1.1 键盘的工作原理.....	159	习题	219
6.1.2 独立式按键	161	第 8 章 单片机应用系统的设计方法.....	220
6.1.3 矩阵式按键	162	8.1 单片机应用系统开发的	
6.2 单片机与显示器接口.....	166	一般方法.....	220
6.2.1 LED 显示和接口.....	166	8.1.1 总体设计.....	220
6.2.2 Intel 8279	176	8.1.2 硬件设计.....	221
6.2.3 LED 大屏幕显示.....	185	8.1.3 软件设计.....	222
6.2.4 LCD 液晶显示器和接口.....	188	8.1.4 系统调试.....	223
6.3 D/A 转换器接口.....	197	8.2 单片机应用系统的实用技术.....	224
6.3.1 D/A 转换器概述.....	197	8.2.1 低功耗设计.....	224
6.3.2 典型 D/A 转换器芯片		8.2.2 加密技术.....	226
DAC0832.....	198	8.3 抗干扰设计.....	229
6.3.3 单缓冲方式的接口		8.3.1 电源、地线、传输干扰	
与应用	200	及其对策.....	229
6.3.4 双缓冲方式的接口		8.3.2 硬件抗干扰措施.....	230
与应用	202	8.3.3 软件抗干扰措施.....	234
6.4 A/D 转换器接口.....	204	本章小结	237
6.4.1 A/D 转换器概述.....	204	习题	237
6.4.2 典型 A/D 转换器芯片		第 9 章 单片机高级语言 C51 的应用.....	238
ADC0809.....	204	9.1 C51 程序的开发过程	238
6.4.3 MCS-51 单片机与		9.2 用 C 语言编写 51 单片机软件	
ADC0809 接口	206	的一般方法.....	239
6.4.4 应用举例	208	9.2.1 8051 单片机 I/O 口控制	
本章小结	209	的 C 语言应用	239
习题	210	9.2.2 MCS-51 单片机内部	
第 7 章 单片机开发系统.....	211	定时器的 C 语言应用	243
7.1 单片机开发系统概述.....	211	9.2.3 MCS-51 单片机中断系统	
7.2 单片机开发系统的功能.....	211	的 C 语言应用	245
7.2.1 在线仿真功能.....	211	9.3 常用 C51 软件设计的应用训练	247
7.2.2 调试功能	212	9.3.1 模拟开关灯的设计实训	248
7.2.3 辅助设计功能.....	213	9.3.2 4×4 矩阵式键盘识别技术	
7.2.4 程序固化功能.....	214	的设计实训.....	250

9.3.3	8×8 LED 点阵显示原理 与编程技术实训.....	258	9.3.5	PC 与 MCS-51 单片机串行 通信的 C51 软件实训	266
9.3.4	简易数字电压表的 设计实训	263		习题	268
				参考文献	269

第 1 章 MCS-51 单片机系统结构

教学提示：MCS-51 单片机包括许多类型，常用的有 8051 子系列、8052 子系列(均为 HMOS 型芯片)和 80C51 子系列(CHMOS 型芯片)等，它们的内部结构基本相同。本章主要介绍 MCS-51 单片机的内部结构及各部分的功能，为其应用系统的硬件设计做准备。

教学目标：重点掌握 MCS-51 单片机的内部结构及其特性，包括片内结构及各部分的组成、引脚功能及片外总线结构、存储器组织、I/O 口结构、中断系统的结构；了解单片机的时钟电路、复位的方法及复位电路。

1.1 单片机概述

随着大规模集成电路技术的发展，中央处理器(CPU)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、(I/O)接口、定时器/计数器和串行通信接口，以及其他一些计算机外围电路等均可集成在一块芯片上构成单片微型计算机，简称为单片机。单片机的这种特殊的结构形式，在某些应用领域中可承担大中型计算机和通用微型计算机无法完成的一些工作，其最明显的优势就是可以嵌入到各种仪器、设备中，这是其他计算机和网络都无法做到的。因此，了解单片机的知识并掌握其应用技术具有重要的意义。

1.1.1 单片机的特点

- (1) 体积小、成本低。可广泛应用于仪表、自动控制、通信和家用电器等领域。
- (2) 稳定可靠。在设计芯片时，均按照工业控制的要求进行，因此抗工业噪声干扰优于一般的 CPU。且因为程序存储器集成在芯片内部，许多信号通道也集成在芯片内部，所以可靠性高。
- (3) 高性能、高速度。为了满足工业发展的要求，单片机增强了控制功能、接口功能，丰富了指令系统，可用多种语言开发该系统。单片机的总路线速度已达到 32MHz。
- (4) 寿命长、适应性强。一方面是指用单片机开发的产品可以稳定可靠地工作 10 年、20 年；另一方面是指与微处理器相比，它的生存周期长。
- (5) 控制功能强。为了满足工业控制的要求，单片机提供了丰富的指令系统。

1.1.2 单片机的发展概况

自单片机技术诞生至今，已走过了近 30 年的发展历程。从这 30 年的发展历程来看，单片机技术的发展以微处理器(MPU)技术及超大规模集成电路技术的发展为先导，以广泛的应用为动力，表现出比微处理器更具个性的发展趋势。

1. 单片机的发展

单片机的发展大致经历了以下 3 个阶段。

第1阶段(1974年—1978年):以Intel公司的MCS-48系列单片机为代表,是计算机发展史上的重要里程碑,开始了工业控制领域的智能化控制时代。这一系列的单片机在片内集成了8位CPU、并行I/O接口、8位定时器/计数器、RAM和ROM等,无串行I/O口,中断处理较简单,片内RAM、ROM容量较小,且寻址范围不大于4KB。

第2阶段(1978年—1982年):以Intel公司的MCS-51系列单片机为代表,结构和性能都在不断改进和发展。这一系列的单片机均带有串行I/O口,具有多级中断处理系统,定时器/计数器为16位,片内RAM和ROM容量相对增大,有的片内还带有A/D转换接口。

第3阶段(1982年以后):高档8位单片机巩固发展用16位单片机推出阶段。此阶段的主要特征是,一方面不断完善高档8位单片机,改善其性能、结构,以满足不同用户的需要;另一方面发展16位单片机用专用单片机。16位单片机除了CPU为16位外,片内RAM和ROM的容量都进一步增大,片内RAM为232B、ROM为8KB,且片内带有高速I/O部件,多通道10位A/D转换部件,8级中断处理功能,其实时处理能力更强。近年来,32位单片机已进入实用阶段。

2. 单片机的发展趋势

单片机的发展趋势是向着大容量、高性能化,小容量、低价格化和外围电路内装化等几个方面发展。

(1) 大容量化:进一步扩大片内存储器的容量。以前单片机的片内程序存储器ROM为1KB~4KB,片内数据存储器RAM为128B~256B,在特殊的复杂控制场合,存储容量往往不够,因此不得不外接扩充。为适应特殊领域的要求,运用新工艺,使片内存储器大容量化,片内程序存储器ROM已扩大到12KB或更大,片内数据存储器RAM已扩大到1MB。今后,随着工艺技术的不断发展,片内存储器的容量将会进一步扩大。

(2) 单片机的高性能化:主要是指进一步改进CPU的性能,加快指令运行速度,加强位处理功能、中断和定时控制功能,采用流水线技术,加快指令运算速度和提高系统控制的可靠性。

(3) 小容量、低价格化:是发展方向之一,这类单片机的用处是将以往用数字逻辑集成电路组成的控制电路单片化。

(4) 外围电路内装化:随着大规模集成电路的发展和集成度的不断提高,有可能把各种外围功能器件都集成在片内。除了一般必须具有的CUP、ROM、RAM、定时器/计数器等以外,片内集成的部件还有A/D、D/A、DMA控制器、声音发生器、监视定时器、液晶显示驱动器、彩色电视机和录像机用的锁相电路等。

随着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,其应用前景是令人向往的。

3. 单片机的应用领域

正是由于单片机具有上述特点,因此它已成为科技领域的智能化工具,在许多行业中得到了广泛应用。现将单片机的应用大致归纳为以下几个方面。

1) 单片机在智能仪器仪表中的应用

单片机具有体积小、功耗小、功能强等特点,因此广泛应用于各类仪器仪表中(包括电压、频率、温度、湿度、流速、位移、压力等的测定)。引入单片机可使仪器仪表数字化、

智能化、微型化,提高测试的自动化程度和精度。例如微机多功能电位分析仪、微机温度测控仪、智能电度表、智能流速仪等。

2) 单片机在工业测控中的应用

单片机广泛应用于工业过程监测、过程控制、工业控制器、机电一体化控制系统等。例如 MCS-51 单片机控制电镀生产线、温室的温度自动控制系统、报警系统控制、工业机器人的控制系统等。

3) 单片机在日常生活及家电中的应用

单片机愈来愈广泛地应用于日常生活中的智能电气产品及家电中。例如洗衣机、电冰箱、彩色电视机控制、心率监护仪、空调、微波炉、电饭煲、银行计息计算机、收音机、音响、电风扇、电子秤等。

4) 单片机在计算机网络与通信技术中的应用

单片机的通信接口为其在计算机网络与通信设备中的应用提供了良好的条件。例如单片机控制的串行自动呼吸应答系统、列车无线通信系统、单片机无线遥控系统等。

5) 单片机在其他方面的应用

除以上各种应用外,单片机还广泛应用于办公自动化领域、汽车自动驾驶系统、计算机外部设备、航空航天器电子系统等。

1.1.3 典型单片机系列的介绍

自从单片机诞生以来,其发展迅猛,目前已拥有众多系列、几百种产品,而且还在不断推出新的性能更高的产品。从国内使用情况来看,MCS-51 型系列单片机的应用最为广泛。下面介绍几个著名的单片机生产厂家的产品型号及其功能。

1. 8051 类单片机

最早由 Intel 公司推出的 8015/31 类单片机是世界上使用量最大的几种单片机之一,后来 8051 类单片机主要由 Philips、三星、华邦和 ATMEL 等公司生产。这些公司都在保持与 8051 单片机兼容的基础上改善了它的许多特性(如时序特性),提高了速度、放慢了时钟频率、放宽了电源电压的动态范围、降低了产品价格。

2. Motorola 单片机

Motorola 是世界上最大的单片机生产厂商,其产品有 200 多个品种,选择余地较大。8 位机有 68HC05 和升级产品 68HC08 两种,其中 68HC05 有 30 多个系列,产量已超过 20 亿片。8 位增强型单片机有 68HC11 和 68HC12。16 位机 68HC16 有 10 多个品种。32 位单片机的 683xx 系列也有几十个品种。近年来,将 DSP 作为辅助模块集成电路的单片机纷纷推出。Motorola 单片机的特点之一是在同样的速度下所用时钟频率比 Intel 类单片机低很多,这使其高频噪声较低,抗干扰能力强,更适用于工控领域及恶劣的环境。

3. Microship 单片机

Microship 单片机是市场增长最快的单片机。其主要产品是 16C 系列 8 位单片机,CPU 采用 RISC 结构,仅 33 条指令,运行速度快,且价位较低。Microship 强调节约成本的最优化设计,适合于用量大、档次低、价格敏感的产品。

4. 华邦单片机

华邦单片机属 8051 类单片机, 其 W78 系列与标准的 8051 兼容, 属增强型 51 系列, 对 8051 的时序做了改进。在同样的时钟频率下速度提高了 2.5 倍, FLASH 容量从 4KB 提高到 64KB, 有 ISP(在线可编程)功能。华邦的 4 位单片机包括 921 系列和带 LCD 驱动的 741 系列两种。它使用惠普公司的 PA-RISC 单片机技术, 生产低价位的 32 位 RISC 单片机。

5. Epson 单片机

Epson 公司以制造液晶显示器著称, 因此, Epson 单片机主要是和该公司生产的 LCD 配套, 其特点是 LCD 驱动部分做得特别好, 在低电压、低功耗方面也很有特点。目前, 0.9V 供电的单片机已经上市, 不久, 供 LCD 显示的手表类单片机将使用 0.5V 供电。

6. Zilog 单片机

Z8 单片机是 Zilog 公司的产品, 它采用多累加器结构, 有较强的中断处理能力, 以低价位的优势面向低端应用, 以 18 引脚封装为主, ROM 为 0.5KB~2KB。最近 Zilog 公司又推出了 Z86 系列单片机, 其内部可集成廉价的 DSP 单元。

7. NS 单片机

COP8 单片机是美国国家半导体公司的产品, 该公司以生产先进的模拟电路而著称, 能生产高水平的数字模拟混合电路。这种单片机内集成了 16 位 A/D, COP8 单片机内部使用了电磁兼容设计具有 EMI 电路, 在“看门狗”电路及 STOP 方式下, 有其独特的唤醒方式。另外, 在程序的加密控制方面也做得比较好。

8. 其他单片机

(1) NEC 单片机有 8 位单片机 78K 系列, 也有 16 位、32 位单片机。16 位单片机采用内部倍频技术, 以降低外部时钟频率。有的单片机采用内置操作系统。

(2) 东芝单片机从 4 位机到 64 位机门类齐全。4 位机在家电领域仍有较大的市场; 8 位机主要有 870 系列、90 系列等, 该类单片机允许使用慢模式, 采用 32kHz 时钟功耗降至 10 μ A 数量级, CPU 内部使用多组寄存器, 使中断响应与处理更加快捷; 32 位机采用 MIPS 3000A RISC 的 CPU 结构, 主要用于 VCD、数字相机和图像处理等领域。

(3) 富士通单片机有 8 位、16 位和 32 位, 但 8 位机使用的是 16 位机的 CPU 内核, 也就是说 8 位机与 16 位机的指令系统相同, 比较容易开发。8 位单片机有 MB8900 系列, 16 位机有 MB90 系列。

(4) 三星单片机的 4 位单片机有 KS51 系列和 KS57 系列, 8 位单片机有 KS86 系列和 KS88 系列, 16 位单片机有 KS17 系列, 32 位单片机有 KS32 系列。三星单片机在 4 位机上采用 NEC 的技术, 8 位机上引进 Zilog 公司 Z8 的技术, 在 32 位机上则购买 ARM7 内核等。

1.2 MCS-51 单片机结构简介

MCS-51 系列单片机是由 Intel 公司于 1980 年推出的 8 位高档单片机系列, 是在中低档系列的基础上发展而成的。它采用 HMOS 工艺, 提高了芯片的集成度, 与此前的单片机相

比,在性能上得到了很大提高,在结构上扩充了 ROM 和 RAM 的容量,增加了如乘、除和减等指令运算,以及串行通信口和中断源,其主要特点如下。

- (1) 扩大了内部程序存储器(ROM)和内部数据存储器(RAM)的容量。
- (2) 具有布尔代数运算能力。
- (3) 具有 32 个双向可被独立寻址的 I/O 口。
- (4) 具有 5~6 个中断源,可以分为两个中断优先级。
- (5) 具有丰富的指令系统。
- (6) 具有全双工传输信号 UART 的能力。
- (7) 片内具有时钟振荡电路。
- (8) 烧写工艺上采用可一次性烧写的内含 ROM 或可重复烧写的 EPROM。

1.2.1 MCS-51 单片机的内部结构

MCS-51 系列单片机的内部结构如图 1.1 所示。

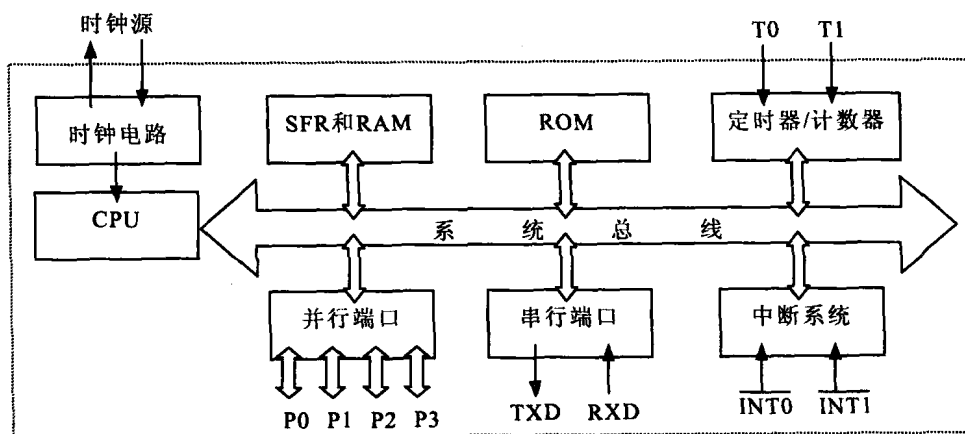


图 1.1 8051 内部结构框图

1. CPU

CPU 也叫中央处理器,是单片机的核心部件,主要用于完成单片机的运算和控制功能。其内部由运算器和控制器组成。

(1) 运算器:包括算术逻辑单元(ALU)、布尔处理器、累加器(ACC)、寄存器 B、暂存器 TMP1 和 TMP2、程序状态字(PSW)寄存器及十进制调整电路等。

(2) 控制器:包括定时控制逻辑、指令寄存器、译码器以及信息传送控制部件等,用于实现控制功能。

2. 内部存储器

单片机的内部存储器包括程序存储器和数据存储器,它们是相互独立的。

(1) 程序存储器(ROM):为只读存储器,用于存放程序指令、常数及数据表格。

(2) 数据存储器(RAM):为随机存储器,用于存放数据。又可分为内部数据存储器 and 外部数据存储器。

在单片机内部有 256 个 RAM 单元,用于存放可读写的数,其中后 128 个被专用寄

寄存器占用,可作为寄存器供用户使用的只有前 128 个单元。因此,通常所说的内部数据存储器就是指前 128 个单元,简称内部 RAM。

3. 定时与中断系统

MCS-51 单片机内部有两个 16 位的定时器/计数器,用于实现定时或计数功能,并以其定时或计数的结果(查询或中断方式)来实现控制功能。

MCS-51 单片机具有中断功能,可满足控制应用的需要。它共有 5 个中断源(52 系列有 6 个中断源),即两个外部中断源、两个定时器/计数器中断源和一个串行口中断源。全部中断可分为高级和低级两个优先级别。

4. 并行 I/O 口

MCS-51 单片机内部共有 4 个 8 位的并行 I/O 口(P0、P1、P2、P3),用于实现数据的并行输入和输出。

5. 串行 I/O 口

MCS-51 单片机还有一个全双工的串行口,用于实现与外部的串行数据传送。

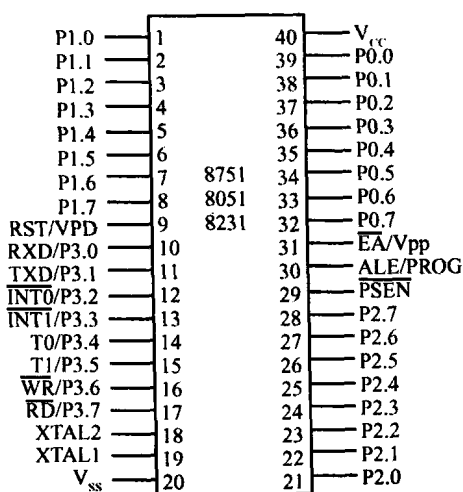
6. 时钟电路

时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列,用于协调和控制其工作。MCS-51 单片机的内部有时钟电路,在采用内部时钟时需要外接石英晶体振荡器和微调电容。系统允许的最高时钟频率为 12MHz。

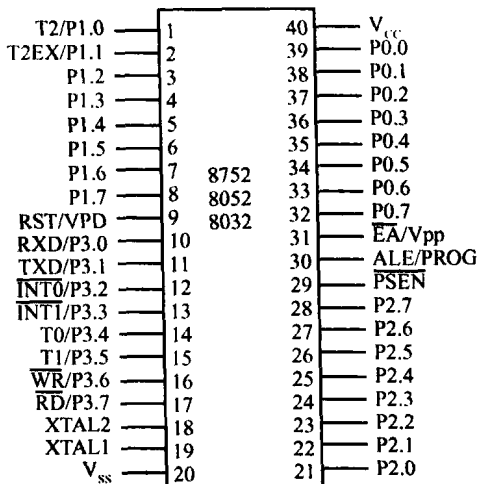
1.2.2 80C51/80C52 单片机的引脚定义及功能

1. 单片机的引脚图

80C51/80C52 单片机的引脚如图 1.2 所示。



51 子系列的引脚图



52 子系列的引脚图

图 1.2 80C51/80C52 单片机的引脚图

2. 引脚说明

(1) P0 口(32 脚~39 脚)有 3 种使用方法。

- ① 作为与外部传送数据的 8 位数据总线(D0~D7)。
- ② 作为扩展外部存储器时的低 8 位地址总线(A0~A7)。
- ③ 作为一般 I/O 口使用, 但内部无上拉电阻, 需要外接。

(2) P1 口(1 脚~8 脚): 作为普通 I/O 口使用, 无须外接上拉电阻(80C52 的 P1.0 和 P1.1 还具有特殊的功能, 见表 1-1)。

表 1-1 P3 口的特殊功能

引脚	特殊功能符号	功能说明
1(80C52)	P1.0/T2	定时器/计数器 T2 计数端输入
2(80C52)	P1.1/T2	T2 的捕捉/重新加载的触发输入
10	P3.0/RXD	串行数据输入端
11	P3.1/TXD	串行数据输出端
12	P3.2/ $\overline{\text{INT0}}$	外部中断 0 申请信号
13	P3.3/ $\overline{\text{INT1}}$	外部中断 1 申请信号
14	P3.4/T0	定时器/计数器 T0 计数输入端
15	P3.5/T1	定时器/计数器 T1 计数输入端
16	P3.6/ $\overline{\text{WR}}$	外部数据 RAM 写控制信号
17	P3.7/ $\overline{\text{RD}}$	外部数据 RAM 读控制信号

(3) P2 口(21 脚~28 脚)有两种使用方法。

- ① 作为普通 I/O 口使用, 无须外接上拉电阻。
- ② 作为扩展外部存储器时的高 8 位地址总线(A8~A15)。

(4) P3 口(10 脚~17 脚)有两种使用方法。

- ① 作为普通 I/O 口使用, 无须外接上拉电阻。
- ② 具有特殊功能, 具体使用方法见表 1-1。

(5) Vcc (40 脚): +5V 电源。

(6) Vss (20 脚): GND。

(7) XTAL1(19 脚)、XTAL2(18 脚): 接外部石英晶振的引脚, 也可引入外部时钟。

当采用外部振荡器(时钟)时, 对 HMOS 型单片机而言, XTAL1 引脚应接地, XTAL2 引脚接外部时钟输入端; 对 CHMOS 型单片机而言, XTAL1 引脚作为时钟输入端(驱动端), XTAL2 引脚悬浮。

机器周期与振荡频率满足如下关系:

机器周期=石英振荡频率/12

(8) RST/VPD(9 脚): 复位信号引脚。必须在此引脚上出现两个机器周期的高电平, 才能保证单片机可靠的复位。复位后, 单片机内部各寄存器的状态见表 1-2。

表 1-2 复位后单片机寄存器的内容

寄存器	寄存器内容
ACC	00000000
B	00000000
SP(堆栈指针)	00001111
PSW(程序状态字)	00000000
IP(中断优先级控制)	×××00000
IE(中断使能)	0××00000
TMOD(计数器模式控制)	00000000
TCON(定时/计数控制)	00000000
P0/P1/P2/P3	11111111

(9) ALE/PROG(30 脚): 地址锁存允许信号。有以下 3 个作用。

① 当外接存储器(RAM/ROM)时, ALE(允许地址锁存)的输出用于锁存地址的低 8 位。一般 ALE 接锁存器的 EN 端。

② 当没有外部存储器时, ALE 端可输出脉冲信号, 其频率为石英振荡频率的 1/6。因此, 它可以为外部芯片提供输出的时钟, 或用于定时。

③ 烧写 EPROM 时, 可作为烧写时钟的输入端。

(10) PSEN (29 脚): 外部程序存储器的读选通信号。

读取外部 ROM 时, $\overline{\text{PSEN}}$ 有效(低电平), 用于实现对外部存储器的读操作, 每个机器周期动作两次, 连接时与外部 ROM 的 OE 脚相连。

读取外部 RAM 时, 该端不会有输出。

(11) $\overline{\text{EA}}/\text{Vpp}$ (31 脚): 访问程序存储器的控制信号。

当 $\overline{\text{EA}}$ 信号接低电平时, 对 ROM 的读操作(执行程序)限定在外部程序存储器。

当 $\overline{\text{EA}}$ 接高电平时, 对 ROM 的读操作(执行程序)从内部开始。在使用内部带程序存储器的单片机时, $\overline{\text{EA}}$ 应接高电平。

当 8751 单片机烧写内部 EPROM 时, 该脚输入 21V 的烧写电压。

1.2.3 内部数据存储器及专用寄存器

MCS-51 系列单片机的存储器配置方式与其他常用的微机系统不同, 它把程序存储器和数据存储器分开, 使其各有各的寻址系统和控制信号。存储器分为内部程序存储器(ROM)、内部数据存储器(RAM)、外部程序存储器(ROM)、外部数据存储器(RAM) 4 个存储空间。为了区分内、外存储器空间, 可采用不同形式的指令进行访问。

(1) 内部程序存储器(ROM): 用于存放程序和表格常数。8051 的容量为 4KB, 8052 的容量为 8KB。

(2) 内部数据存储器(RAM): 用于存放运算过程中的数据。包括寄存器在内, 8051/31 的容量为 128B, 8052/32 的容量为 256B。

(3) 外部程序存储器(ROM): 用于存放程序。最大可扩展至 64KB 的空间(包括内部 ROM)。

(4) 外部数据存储器(RAM): 在数据采集系统中可用于存放大量的数据。最大可扩展至 64KB 的空间(不包括内部 RAM)。

1. 内部数据存储器

内部数据存储器在结构上可以分为两个不同的存储空间, 即低128单元的数据存储器空间(00H~7FH)和高128单元的具有特殊功能的专用寄存器存储器空间(80H~FFH)。这两个空间是连续的, 但只有低 128 单元才能真正地作为数据存储器提供给用户使用。内部数据存储器的分配空间如图 1.3 所示。

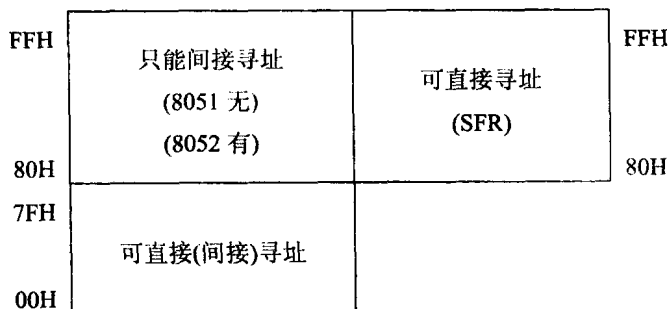


图 1.3 内部数据存储器的分配空间

数据存储器的空间共有 128 个单元, 地址为 00H~7FH。其中低 32B(00H~1FH)被分成 4 个寄存器组(每组分别用 R0~R7 表示), 使用哪一组由程序状态控制寄存器中的 RS1 和 RS2 位来控制。

内部数据存储器的 20H~2FH 共 16 个单元(128 位), 可以直接进行位寻址。其结构如图 1.4 所示。

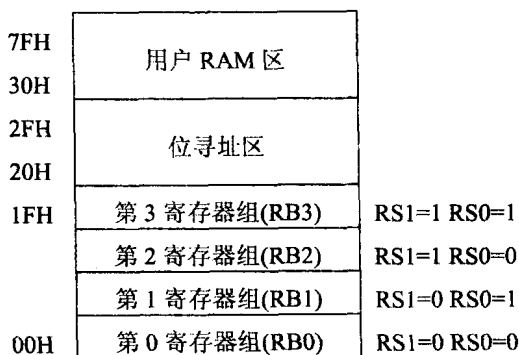


图 1.4 内部数据存储器的结构

(1) 用户 RAM 区。内部数据存储器的 30H~7FH 为用户 RAM 区, 在编程时, 可用于暂存数据。使用时不做任何规定和限制, 但是堆栈区一般也设在该区。例如:

MOV 30H, A ; 将累加器 A 中的数据送入 30H 中