

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·电气自动化技术专业

MCS - 51 单片机原理及接口技术

汪德彪 主 编

郭 杰 副主编
王玉松

刘保玖 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 Intel 公司 MCS-51 系列单片机为例,介绍单片机的组成、结构、工作过程、指令系统、汇编语言程序设计、单片机内部各功能部件的应用技术、功能扩展技术、接口技术、通信技术等,在接口技术中引入了串行 A/D、液晶显示接口技术等,而通信技术把重点放在 PC 机与单片机之间点对点和对面的通信技术方面,具有较强的实用价值。在介绍完基本内容之后,较全面地介绍了单片机应用系统的开发技术。本教材的一大特色是把 C51 程序设计语言编入其中,在教学时可以在学习完单片机指令系统后,接着学习 C51 程序设计,也可以按照传统的教学方式,学习完汇编语言程序设计后,再补充学习 C51 程序设计,C51 部分的例程与汇编语言的例程实现了无缝过渡,这给学习者以对照和比较,从而降低了学习难度。教材中的例子都取材于工程应用,突出例程的实用性和完整性,这不仅仅是为了学习知识而举例,更重要的是为了掌握单片机的基本应用特性,从应用出发,又回到实际应用中去。

本书深入浅出,淡化理论,突出工程应用,适合作为高职高专院校自动化及其相关专业的教材,也可作为工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MCS-51 单片机原理及接口技术/汪德彪主编. —北京:电子工业出版社,2003.8

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·电气自动化技术专业

ISBN 7-5053-9002-3

I. M… II. 汪… III. ①单片微型计算机, MCS-51 - 理论 - 高等学校:技术学校 - 教材 ②单片微型计算机, MCS-51 - 接口设备 - 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(2003)第 070303 号

责任编辑:洪国芬

印 刷:北京彩艺印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:378 千字

版 次:2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:19.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

出版说明

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来,高等职业教育发展迅猛,其宏观规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要,高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革,高职教材也必须与之相适应,进行重新调整与定位,突出自身的特色。为此,在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,电子工业出版社在全国范围内筹建成立“全国高职高专教育教材建设领导小组”,下设“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等专业的多个编委会。各专业编委会成员由电子信息战线辛勤耕耘、功绩卓著的专家、教授、高工和富有高职教学经验的一线优秀教师组成。

2002年10月,“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等四个专业的编委会精心组织全国范围内的优秀一线教师编写了《新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材》60余种。这批教材的主要特点是:

1. 在编写方法上打破了以往教材过于注重“系统性”的倾向,摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导,采用阶跃式、有选择的编写模式,强调实践和实践属性,精炼理论,突出实用技能,内容体系更加合理;
2. 注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,充实训练模块的内容,强化应用,有针对性地培养学生较强的职业技能;
3. 教材内容的设置有利于扩展学生的思维空间和学生的自主学习;着力于培养和提高学生的综合素质,使学生具有较强的创新能力,促进学生的个性发展;
4. 教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性、先进性。

首批教材共有60余种,将于2003年8月陆续出版。所有参加教材编写的高职院校都有一个共同的愿望:希望通过教材建设领导小组、编委会和全体作者的共同努力,使这批教材在编写指导思想、编写内容和编写方法上具有新意,突出高等职业教育的特点,满足高职学生学习和就业的需要。

高等职业教育改革与教材建设是一项长期的任务,不会一蹴而就,而是要经历一个发展过程。这批高职教材的问世,还有许多不尽人意之处。随着教育的不断深化,我国经济和科学技术的不断发展,高职教材的改革与开发将长期与之相伴而行。在教育部和信息产业部的指导和帮助下,我们将一如既往地依靠本行业的专家,与科研、教学第一线的教研人员紧密联系,加强合作,与时俱进,不断开拓,逐步完善各类专业课教材、专业基础课教材、实训指导书、电子教案、电子课件及配套教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社高职高专教育教材事业部的全体成员殷切地希望全国高职高专院校的教师们能够踊跃投稿,提出选题建议,并对已出版的教材从多方面提出修改建议。除以上四个专业外,我们还设立了“计算机技术”、“电子商务”、“物流管理”、“会计类”、“金融类”、“环保类”等专业的编委会。我们衷心欢迎更多的志士仁人加入到各个编委会中来。

电子工业出版社的全体员工将竭诚为教育服务,为高等职业教育战线的广大师生服务。

全国高职高专教育教材建设领导小组
电子工业出版社

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

- | | |
|--------------|----------------|
| 桂林工学院南宁分院 | 广州大学科技贸易技术学院 |
| 江西信息应用职业技术学院 | 湖北孝感职业技术学院 |
| 江西蓝天职业技术学院 | 江西工业工程职业技术学院 |
| 吉林电子信息职业技术学院 | 四川工程职业技术学院 |
| 保定职业技术学院 | 广东轻工职业技术学院 |
| 安徽职业技术学院 | 西安理工大学 |
| 杭州中策职业学校 | 辽宁大学高职学院 |
| 黄石高等专科学校 | 天津职业大学 |
| 天津职业技术师范学院 | 天津大学机械电子学院 |
| 福建工程学院 | 九江职业技术学院 |
| 湖北汽车工业学院 | 包头职业技术学院 |
| 广州铁路职业技术学院 | 北京轻工职业技术学院 |
| 台州职业技术学院 | 黄冈职业技术学院 |
| 重庆工业高等专科学校 | 郑州工业高等专科学校 |
| 济宁职业技术学院 | 泉州黎明职业大学 |
| 四川工商职业技术学院 | 浙江财经学院信息学院 |
| 吉林交通职业技术学院 | 南京理工大学高等职业技术学院 |
| 连云港职业技术学院 | 南京金陵科技学院 |
| 天津滨海职业技术学院 | 无锡职业技术学院 |
| 杭州职业技术学院 | 西安科技学院 |
| 重庆职业技术学院 | 西安电子科技大学 |
| 重庆工业职业技术学院 | 河北化工医药职业技术学院 |

石家庄信息工程职业学院
三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州工商职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院

前 言

自从 20 世纪 70 年代初期诞生微型计算机以来,一方面,微机不断提高其运算速度和处理能力,以解决复杂系统的计算和高速数据处理,如 Intel 公司的微处理器,目前已发展到 PIV 的水平;另一方面,将微机系统尽可能集成在一块半导体芯片上,形成单片机,其目的在于计算机系统微型化,以提高系统的可靠性,作为嵌入式微控制器(Embedded MCU)存在于各种智能仪器仪表、智能控制器等设备中。单片机技术已成为从事自动化工作的工程技术人员必备的技术。

目前世界上有许多公司都生产单片机,但 MCS-51 单片机及其兼容产品仍是主流单片机,仍是广大工程技术人员首选的机型,因此本书以 MCS-51 单片机为背景介绍单片机的基本结构、功能扩展、接口技术、应用系统设计等相关知识与技术,具有现实意义。

高职高专教育的人才培养目标是培养生产、建设、服务、管理一线的应用型人才,突出实用性与针对性。单片机课程具有技术应用与直接就业特性,掌握好单片机知识与技能后,可以直接凭此参与就业。鉴于此,本书在内容选取上注重应用性,淡化理论,把在工程实际中广泛应用的知识、技术讲透,并辅助以工程实际例子来加强应用性,举例力求其完整性;在内容组织上注意高职高专学生的特点,深入浅出,循序渐进。

本书共分为 8 章,第 1 章为 MCS-51 单片机的基础知识;第 2 章为 MCS-51 单片机指令系统及汇编语言程序设计;第 3、4、5、6 章为 MCS-51 单片机的定时器/计数器、中断技术、功能扩展及其接口技术、串行通信技术;第 7 章为 C51 程序设计语言及其应用编程,以简明扼要的方式介绍了 C51 的基本规则,举例都是前面章节汇编语言程序的翻版,对照性强,便于掌握,目前 Keil C/Franklin C 被工程技术人员广泛采用,使得单片机应用系统的开发效率大大提高,通过这一章的学习,基本能达到使用 C51 编程的目的;第 8 章为单片机应用系统设计开发的步骤、方法,以及单片机应用系统的抗干扰技术,并有完整的应用实例。

本书主编由重庆工业高等专科学校汪德彪担任,副主编由四川工程职业技术学院郭杰与天津滨海职业技术学院王玉松担任,主审由天津中德职业技术学院刘保玖担任。郭杰编写了第 1 章的第 1 节与第 2 章,王玉松编写了第 3、4 章及第 1 章的其余部分,汪德彪编写了第 5、6、7、8 章,并负责全书的统稿工作。在本书的编写过程中,得到了胡文金、叶文、钟秉翔、李家庆、张义辉、刘解生等同志的大力支持,在此对他们表示衷心的感谢。

由于编者时间仓促,水平有限,书中必有疏漏及错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 2 月



Contents

第 1 章 MCS-51 系列单片机的组成	(1)
1.1 单片机概述	(1)
1.2 MCS-51 系列单片机的内部结构	(4)
1.2.1 微处理器结构	(4)
1.2.2 振荡与时钟	(6)
1.2.3 时钟周期、状态周期和机器周期	(6)
1.2.4 复位及复位电路	(6)
1.2.5 MCS-51 系列单片机的引脚特性	(8)
1.3 MCS-51 系列单片机的存储器组织	(9)
1.3.1 程序存储器	(9)
1.3.2 片内数据存储器	(10)
1.3.3 特殊功能寄存器	(12)
1.3.4 片外数据存储器	(14)
1.4 MCS-51 系列单片机的基本 I/O 口	(14)
1.5 MCS-51 系列单片机的工作方式	(15)
本章小结	(16)
思考题和习题 1	(16)
第 2 章 MCS-51 系列单片机的指令系统及汇编语言程序设计	(18)
2.1 指令格式与寻址方式	(18)
2.1.1 指令格式	(18)
2.1.2 MCS-51 单片机寻址方式	(20)
2.2 MCS-51 单片机指令系统	(22)
2.2.1 数据传送和交换类指令	(22)
2.2.2 算术运算类指令	(27)
2.2.3 逻辑运算指令	(32)
2.2.4 控制转移指令	(35)
2.2.5 位操作类指令	(39)
2.3 汇编语言程序设计	(40)
2.3.1 MCS-51 单片机汇编语言的伪指令	(40)
2.3.2 程序结构	(42)
2.3.3 汇编语言程序设计方法	(45)
2.4 实用程序设计举例	(45)
2.4.1 数制转换程序	(45)
2.4.2 算术和逻辑运算类程序设计	(46)
2.4.3 查表程序设计	(50)



2.4.4 子程序设计	(52)
2.4.5 延时程序设计	(54)
本章小结	(55)
思考题和习题 2	(56)
第 3 章 MCS-51 系列单片机的中断系统及定时器/计数器	(60)
3.1 中断的概念	(60)
3.1.1 中断的基本概念及相关术语	(60)
3.1.2 中断的作用	(61)
3.1.3 中断源	(61)
3.1.4 中断系统的基本功能	(61)
3.2 MCS-51 系列单片机的中断系统	(62)
3.2.1 中断源与中断请求	(62)
3.2.2 中断允许控制	(64)
3.2.3 中断优先权管理	(65)
3.2.4 中断响应	(66)
3.2.5 外部中断应用举例	(67)
3.3 MCS-51 系列单片机的定时器/计数器	(68)
3.3.1 定时器/计数器 T0、T1 的结构	(68)
3.3.2 定时器/计数器 T0、T1 的工作方式	(70)
3.3.3 定时器/计数器应用举例	(74)
本章小结	(79)
思考题和习题 3	(79)
第 4 章 MCS-51 系列单片机的扩展	(80)
4.1 单片机三总线的形成	(80)
4.2 存储器的扩展	(81)
4.2.1 程序存储器的扩展	(81)
4.2.2 数据存储器的扩展	(86)
4.3 输入/输出接口的扩展	(94)
4.3.1 简单接口芯片的扩展	(94)
4.3.2 可编程芯片 8155 的扩展	(96)
4.3.3 可编程芯片 8255A 的扩展	(102)
本章小结	(108)
思考题和习题 4	(108)
第 5 章 MCS-51 系列单片机的接口技术	(109)
5.1 键盘接口技术	(109)
5.1.1 键的特性	(109)
5.1.2 独立键盘接口技术	(110)
5.1.3 编码键盘接口技术	(112)
5.2 数码显示接口技术	(117)
5.2.1 数码显示原理	(117)
5.2.2 静态显示技术	(118)



5.2.3 动态显示技术	(120)
5.3 液晶显示技术	(121)
5.3.1 液晶显示器简介	(121)
5.3.2 液晶显示器与单片机接口	(121)
5.4 A/D转换器与单片机的接口技术	(123)
5.4.1 A/D转换器的性能参数与选型	(123)
5.4.2 ADC0809与单片机接口	(124)
5.4.3 AD574A与单片机接口	(128)
5.4.4 串行A/D转换器与MCS-51系列单片机接口	(132)
5.5 D/A转换器与单片机的接口技术	(134)
5.5.1 D/A转换器的性能参数与选型	(134)
5.5.2 DAC0832与单片机接口	(134)
5.5.3 DAC1210与单片机接口	(136)
5.5.4 V/I变换电路	(138)
5.6 开关量输入/输出接口技术	(138)
5.6.1 光电隔离技术和器件	(139)
5.6.2 开关量输入接口	(139)
5.6.3 开关量输出接口	(139)
本章小结	(141)
思考题和习题5	(141)
第6章 MCS-51系列单片机串行通信	(142)
6.1 串行通信的基本概念	(142)
6.1.1 数据通信	(142)
6.1.2 串行通信的传输方式	(142)
6.1.3 异步通信和同步通信	(142)
6.2 MCS-51系列单片机串行通信接口	(144)
6.2.1 串行口的结构与组成	(144)
6.2.2 串行口的工作方式	(146)
6.2.3 波特率的设置	(148)
6.2.4 串行通信接口标准	(148)
6.3 PC机与单片机通信	(151)
6.3.1 PC机串口资源及编程使用方法	(151)
6.3.2 PC机与单片机双机通信	(153)
6.3.3 PC机与单片机多机通信	(156)
本章小结	(160)
思考题和习题6	(160)
第7章 C51程序设计语言及程序设计	(161)
7.1 C51数据类型与运算	(161)
7.1.1 C51数据类型	(161)
7.1.2 C51数据存储类型	(162)
7.1.3 C51定义SFR	(163)
7.1.4 C51定义并行口	(164)



7.1.5	C51 定义位变量	(164)
7.1.6	C51 运算符、表达式及其规则	(165)
7.2	C51 流程控制语句	(168)
7.2.1	选择语句	(168)
7.2.2	循环语句	(171)
7.3	C51 构造数据类型	(174)
7.3.1	数组	(174)
7.3.2	指针	(175)
7.4	C51 函数	(176)
7.4.1	函数的定义与分类	(176)
7.4.2	函数的调用	(177)
7.4.3	函数的嵌套调用与递归调用	(178)
7.4.4	指向函数的指针变量	(178)
7.4.5	C51 的库函数	(180)
7.5	C51 应用编程实例	(182)
7.5.1	MCS-51 系列单片机内部资源编程	(182)
7.5.2	MCS-51 系列单片机扩展资源编程	(184)
7.5.3	MCS-51 系列单片机接口技术编程	(185)
	本章小结	(188)
	思考题和习题 7	(188)
第 8 章 单片机应用系统设计与开发		(189)
8.1	单片机应用系统设计的一般步骤和方法	(189)
8.1.1	对单片机应用系统的性能要求	(189)
8.1.2	设计步骤	(190)
8.1.3	总体设计	(191)
8.1.4	硬件设计	(192)
8.1.5	软件设计	(193)
8.1.6	单片机应用系统的调试	(194)
8.2	综合应用实例	(195)
8.2.1	数字电压表设计	(195)
8.2.2	密码锁控制器设计	(202)
8.3	单片机应用系统的抗干扰技术	(211)
8.3.1	硬件抗干扰技术	(211)
8.3.2	软件抗干扰技术	(212)
8.3.3	CPU 抗干扰技术	(214)
	本章小结	(214)
	思考题和习题 8	(215)
附录 A ASCII 码字符表		(216)
附录 B MCS-51 单片机指令表		(217)
参考文献		(223)

第 1 章 MCS-51 系列单片机的组成



内容提要

- 单片机概述
- MCS-51 单片机的基本结构
- MCS-51 单片机的存储器结构与 I/O 口
- MCS-51 单片机的工作方式

1.1 单片机概述

计算机系统已明显地朝巨型化、单片化、网络化三个方向发展。巨型化发展的目的在于不断提高计算机的运算速度和处理能力,以解决复杂系统计算和高速数据处理,比如系统仿真和模拟、实时运算和处理。单片化是把计算机系统尽可能集成在一块半导体芯片上,其目的在于计算机微型化和提高系统的可靠性,这种单片计算机简称单片机。单片机的内部硬件结构和指令系统主要是针对自动控制应用而设计的,所以单片机又称微控制器 MCU (Micro Controller Unit),用它很容易地将计算机嵌入到各种仪器和现场控制设备中,因此单片机又叫做嵌入式微控制器(Embedded MCU)。单片机自 20 世纪 70 年代问世以来,以其鲜明的特点得到迅猛发展,已广泛应用于家用电器、智能玩具、智能仪器仪表、工业控制、航空航天等领域,经过 30 多年的发展,性能不断提高,品种不断丰富,已经形成自动控制的一支中坚力量。据统计,我国的单片机年容量已达 1~3 亿片,且每年以大约 16% 的速度增长,但相对于国际市场我国的占有率还不到 1%。这说明单片机应用在我国有着广阔的前景。对于从事自动控制的技术人员来讲,掌握单片机原理及其应用已经成为必不可少的学习任务。

单片机经过 30 多年的发展,已经形成一个规格齐全、品种繁多的大家族,用户有非常大的选择余地。下面为读者简单介绍目前市面上常见的主流单片机。

1. MCS-51 单片机及其兼容产品

Intel 公司于 1980 年推出 8 位的高性能 8051 单片机,在工业控制领域引起不小的轰动,并迅速确立了其不可动摇的地位。之后不久,Intel 公司彻底开放了 8051 单片机的技术,引来世界上很多半导体厂商加入了开发和改造 8051 单片机的行列中,这其中贡献最大的有 Philips 公司,它着力发展了单片机的控制功能和外围单元;Atmel 公司,它在单片机内部植入了 Flash ROM,使得单片机应用变得更灵活,在我国拥有大量的用户;ADI 公司,它推出的 AduC8 × ×



系列单片机,在单片机向 SOC 发展的模/数混合集成电路发展过程中扮演了很重要的角色; Cygnal公司,它采用一种全新的流水线设计思路,使单片机的运算速度得到了极大的提高,在向 SOC 发展的过程中迈出了一大步。不管这些厂商对 8051 单片机进行了如何改进,但都保留了 8051 原有的指令系统和内部的基本结构,因此所有这些单片机的指令是相互兼容的,开发工具也大致相同,业界把这类单片机统称为 MCS-51 系列单片机。

经过众多国际大公司的共同开发和支持, MCS-51 系列单片机以其品种最齐全、开发手段最丰富、技术资料 and 程序资源最完备等特点早早确立了其作为工业控制标准单片机的地位,所以本书将重点向读者介绍 MCS-51 系列单片机的知识。

表 1.1 列出了部分当前比较常见的 MCS-51 系列单片机,供读者选型参考。

表 1.1 常见的 MCS-51 系列单片机

型 号	工作电压 (V)	速度/频率	Flash ROM (B)	OTP ROM (B)	RAM (B)	UART (个)	定时器 (个)	I/O 线 (条)	描 述
Intel 公司部分产品									
8031	5	12MHz			128	1	2	32	片内无 ROM
8051	5	12MHz		4K	128	1	2	32	
8751	5	12MHz			128	1	2	32	4K 片内 EPROM
8052	5	12MHz		8K	256	1	3	32	
Atmel 公司部分产品									
AT89C2051	3~5	24MHz	2K		128	1	2	15	20 脚 PDIP、SOIC 封装,带比较器
AT89C51	5	33 MHz	4K		128	1	2	32	Intel8051 的换代产品
AT89C52	5	33MHz	8K		256	1	3	32	40 脚 PDIP、PLCC44 封装
AT89S53	5	24MHz	12K		256	1	3	32	带 ISP 和 SPI 接口
Cygnal 公司部分产品									
C8051F000	2.7~3.6	20MIPS	32K		256	1	4	32	带 I ² C、SPI 接口,12×8 位 ADC、12 位 DAC,电压基准和温度传感器
C8051F001	2.7~3.6	20MIPS	32K		256	1	4	16	带 I ² C、SPI 接口,12×8 位 ADC、12 位 DAC,电压基准和温度传感器
C8051F020	2.7~3.6	25MIPS	32K		4352	2	5	64	带 I ² C、SPI 接口,12×4 位 ADC、12 位 DAC,电压基准和温度传感器
C8051F302	2.7~3.6	25MIPS	8K		256	1	3	8	I ² C 接口,8×8 位 ADC,温度传感器

续表

型号	工作电压 (V)	速度/频率	Flash ROM (B)	OTP ROM (B)	RAM (B)	UART (个)	定时器 (个)	I/O 线 (条)	描述
Philips 公司部分产品									
P87C52	4.5 ~ 5.5	33MHz		8K	256	1	3	32	
P87LPC762	4.5 ~ 5.5	16MHz		16K	512	1	2	18	带 I ² C 接口
P87LPC767	4.5 ~ 5.5	20MHz		4K	128	1	2	18	带 I ² C 接口, 8×4 位 ADC
P89C660	4.5 ~ 5.5	20MHz	16K		512	1	3	32	带 I ² C 接口, ISP
P89C662	4.5 ~ 5.5	20MHz	16K		1024	1	3	32	带 I ² C 接口, ISP
P87C51MC2BA	3/5	24MHz		96K	3072	1	3	32	16M 外部数据访问空间
ADI 公司部分产品									
AduC812BS	3/5	16MHz	8K		256	1	3	32	8×12 位 ADC, 2×12 位 DAC640B EEPROM
AduC816BS	3/5	16MHz	8K		256	1	3	32	2×16 位 ADC, 1×12 位 DAC640B EEPROM, 可编程增益输入
AduC814BRU	3/5	16MHz	8K		256	1	3	11	6×12 位 ADC, 2×12 位 DAC640B EEPROM, 28 脚封装低功耗

2. 其他单片机

当很多公司在改造 MCS-51 系列单片机的同时,世界上一些有影响力的大公司也在开发自己的单片机,比如 Motorola、TI、Microchip、Atmel、OKI、ST、Epson 等。这些单片机的指令系统和内部结构都和 MCS-51 系列单片机不同,功能也各有千秋。

(1) Motorola 的单片机。Motorola 是世界上最早开发单片机的著名厂商,是目前全球最大的 8 位单片机生产商。现在已经拥有 8 位、16 位和 32 位约十几个系列的单片机,这其中 8 位机主要有 68HC05、68HC08 和 68HC11 等 3 个系列;16 位机主要有 HCS12、68HC12、DSP56800 和 68HC16 等 4 个系列;32 位机主要有 Coldfire 的 MC683××、MCORE、MPC500 和 MCF5××× 等系列。

Motorola 单片机的功能一般都很强,进入我国的时间也很早,在单片机应用领域有很高的威望,但由于其开发工具价格较高,影响了普及率。

(2) Microchip 公司的 PIC 单片机。Microchip 公司是当今世界第二大 8 位单片机生产商, Microchip 单片机在我国也有比较多的用户,近几年随着 Microchip 不断推出颇具特色的各型单片机, Microchip 已越来越受到业界的广泛关注。目前,市面上比较常见的单片机主要有以下 3 个系列: PIC12C5×××/16C5× 系列,这两个系列的单片机是 PIC 单片机中的低端产品,其中 PIC16C5× 系列是最早在市场上得到发展的系列,因其价格较低,且有较完善的开发手段,因此在国内应用最为广泛;而 PIC12C5×× 是世界上第一个 8 脚低价位单片机,可用于一



些对单片机体积要求较高的简单智能控制领域,前景十分广阔。PIC12C6××/PIC16C×××系列是 PIC 中档产品,是 Microchip 近年来重点发展的系列产品,品种最为丰富,其性能比低档产品有所提高,指令周期可达到 200ns,增加了中断功能、带 A/D、内部 E²PROM 数据存储器和双时钟工作、比较输出、捕捉输入、PWM 输出、I²C 和 SPI 接口、异步串行通信(USART)、模拟电压比较器及 LCD 驱动等,其封装从 8 脚到 68 脚,可用于高、中、低档的电子产品设计中,价格适中,广泛应用在各类电子产品中。PIC17C××系列是 PIC8 位单片机中的高档产品,适合于高级复杂系统的开发,其性能在中档位单片机的基础上增加了硬件乘法器,指令周期可达 160 ns,它是目前世界上 8 位单片机中性价比最高的机种之一,可用于高、中档产品的开发,如马达控制、音调合成。

(3) TI(Texas Instruments)公司的 MSP430 单片机。TI 公司是闻名全球的 DSP 制造商,但其前几年才推出的 MSP430 系列 16 位单片机同样在业界掀起不小的波澜。MSP430 系列单片机最突出的特点是低电压供电和超低功耗,非常适合应用于采用电池长时间工作的场合。电压范围为 1.8~3.6V;在 1MHz 2.2V 下,活动模式功耗为 225 μ A,待机模式功耗为 0.8 μ A、掉电模式功耗为 0.1 μ A。在这个系列中有很多个型号,它们是由一些基本功能模块按照不同的应用目标组合而成的。MSP430 系列单片机的 CPU 采用 16 位 RISC 精简指令系统,集成有 16 位寄存器和常数发生器,发挥了最高代码效率;它采用数字控制振荡器(DCO),使得从低功耗模式到唤醒模式的转换时间小于 6 μ s;内部集成了 A/D 转换器,工业应用方便;其中 MSP430×41×系列设计有一个 16 位定时器、一个比较器、96 段 LCD 液晶驱动器和 48 个通用 I/O 口。

1.2 MCS-51 系列单片机的内部结构

单片机的应用要靠硬件和软件结合才能发挥其作用,在使用单片机时必须先弄清楚单片机的结构和内部的可用资源。

1.2.1 微处理器结构

单片机的内部结构如图 1.1 所示。由图可知,MCS-51 单片机片内主要由振荡电路、中央处理器(CPU)、内部总线、程序存储器、数据存储器、定时器/计数器、串行口、中断系统和 I/O 口等模块组成,各部分通过内部总线紧密地联系在一起。

(1) 运算器包括算术逻辑部件 ALU、布尔处理器、累加器 ACC、B 寄存器、两个暂存器和 BCD 码调整电路等组成。其作用主要包括:

- 加、减、乘、除算术运算;
- 增量(加 1)、减量(减 1)运算;
- 十进制数调整;
- 位置 1、清 0 和取反;
- 与、或、异或等逻辑操作;
- 数据传送操作。

(2) 布尔处理器:布尔处理器是 CPU 中的一个重要组成部分,它有相应的指令系统,硬件上有自己的累加器(C)和自己的位寻址 RAM 以及 I/O 空间。

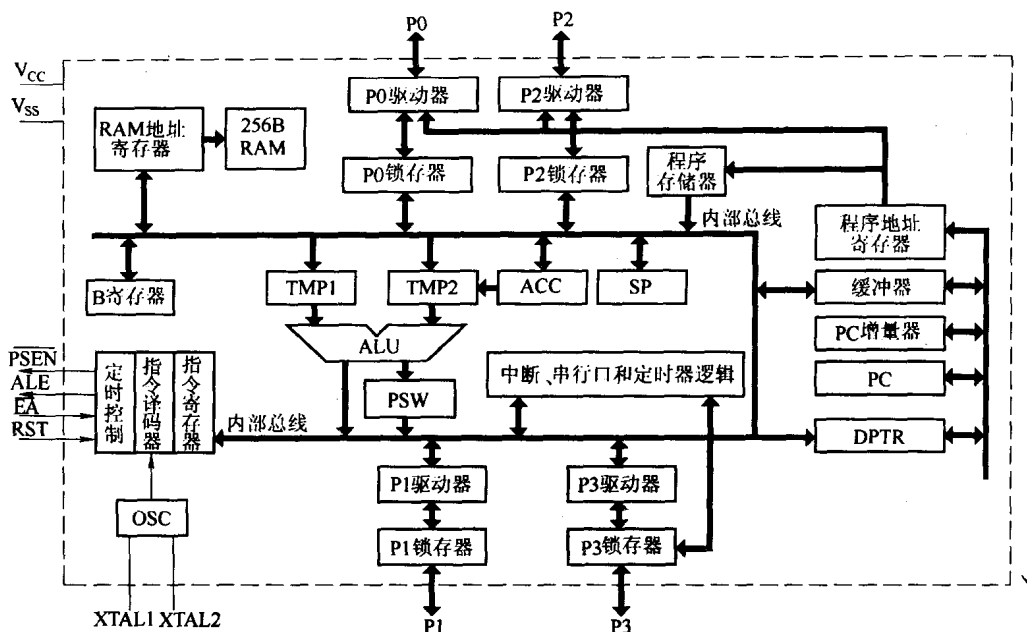


图 1.1 MCS-51 单片机的内部结构

(3) 控制器:包括时钟电路、复位电路、定时控制逻辑、指令寄存器、指令译码器、程序指针 PC、数据指针 DPTR、堆栈指针 SP 和程序状态字 PSW 等。其作用主要包括:

- 控制单片机内部各单元的协调工作;
- 协调单片机与外围芯片或设备的工作。

其中,程序指针 PC 的内容永远指向 CPU 正在执行指令的下一条指令在程序存储器中的单元位置。

程序状态字寄存器 PSW,它的内容反映 CPU 对数据处理的一些状态结果和对工作寄存器区的选择标志位。

Cy	AC	F0	RS1	RS0	OV	—	P
----	----	----	-----	-----	----	---	---

程序状态字寄存器各位的含义如下。

P:奇偶标志位。当累加器 ACC 中的处理结果数据中有奇数个“1”时为 1,否则为 0。

OV:溢出标志位。当 CPU 对数据处理结果发生溢出时,该位为 1,否则为 0。

RS1 RS0:工作寄存器区选择位。

当(RS1RS0) = 00 时,第 0 工作寄存器区为当前区。

当(RS1RS0) = 01 时,第 1 工作寄存器区为当前区。

当(RS1RS0) = 10 时,第 2 工作寄存器区为当前区。

当(RS1RS0) = 11 时,第 3 工作寄存器区为当前区。

F0:用户标志位。通过指令可将其置 1 或清 0。

AC:辅助进位标志位。数据处理过程中低 4 位向高 4 位有进位或借位时,该位为 1,否则为 0。

Cy:进位标志位,当数据处理过程中最高位有进位或借位时,该位为 1,否则为 0。



1.2.2 振荡与时钟

单片机必须在时钟的驱动下才能进行工作。MCS-51 系列单片机内部有一个时钟振荡电路,只需外接振荡源,就能产生一定频率的时钟信号送到单片机内部的各个单元,决定单片机的工作速度。

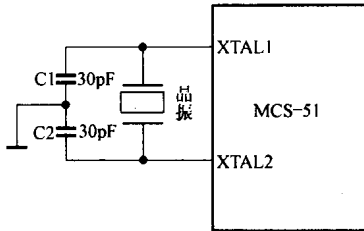


图 1.2 内部振荡时钟电路

图 1.2 就是内部钟工作方式的电路图,这是一种常用的方式。这种方式是外接振荡源,一般选石英晶体振荡器。此电路在加电后延迟大约 10ms 振荡器起振,在 XTAL2 引脚产生幅度为 3V 左右的正弦波时钟信号,其振荡频率主要由石英晶振的频率确定。电路中两个电容 C1、C2 的作用有两个:一是帮助振荡器起振(C1、C2 值大,起振速度慢;C1、C2 值小,起振速度快);二是对振荡器的频率起微调作用(C1、C2 值大,频率略有降低,C1、C2 值小,频率略有提高)。

C1、C2 的典型值为 30pF。

MCS-51 单片机的工作时钟也可以从外部送入,这种情况用得较少。对于 HMOS 型和 CHMOS 型的时钟引入的方法是不一样的,请读者参阅相关书籍。

1.2.3 时钟周期、状态周期和机器周期

CPU 的工作就是不断地取指令和执行指令,以完成数据的传送、运算和输入/输出等操作。CPU 取出一条指令到该指令执行结束所需要的时间称为指令周期。不同的指令其指令周期不同,指令周期是以机器周期为单位来衡量时间的长短的。

1. 时钟周期

单片机在工作时,由内部振荡器产生或由外部直接输入的送至内部控制逻辑单元的时钟信号的周期称为时钟周期。其大小是时钟信号频率的倒数,常用 f_{osc} 表示。如时钟频率为 12MHz,即 $f_{osc} = 12\text{MHz}$,则时钟周期为 $1/12\mu\text{s}$ 。

2. 状态周期

一个状态周期 S 由 2 个时钟周期构成。

3. 机器周期

一个机器周期由 6 个状态周期或者说由 12 个时钟周期构成。

1.2.4 复位及复位电路

1. 复位状态

计算机在启动运行时都需要复位,复位使中央处理器 CPU 和系统中的其他器件都处于一种初始状态,并从这个初始状态开始工作。MCS-51 系列单片机有一个复位引脚 RST。

在 MCS-51 系列单片机的 RST 引脚上输入一个高电平信号,该高电平信号至少要维持两个机器周期(或者是 24 个时钟周期)以上的时间,单片机被复位。为了可靠地复位,复位时间

一般都在 10ms 以上。当 RST 引脚变为低电平时,单片机退出复位,CPU 从初始状态开始工作。

MCS-51 系列单片机复位后内部各单元的初始状态如表 1.2 所示。

表 1.2 复位后单片机内部各单元的初始状态

寄存器	初始状态值	寄存器	初始状态值
PC	0000H	TMOD	00H
ACC	00H	TCON	00H
B	00H	TH0	00H
PSW	00H	TL0	00H
SP	07H	TH1	00H
DPTR	0000H	TL1	00H
P1、P2、P3、P4	0FFH	SCON	00H
IP	XXX0000B	PCON	0XXX0000B
IE	0XX0000B	SBUF	不定

2. 复位电路

与其他计算机一样,MCS-51 单片机系统的复位方法有上电自动复位、手动复位以及“看门狗”复位等。

(1) 上电自动复位电路。对于 MCS-51 单片机,在 RST 复位引脚端接一个电容至 +5V 和一个电阻至地端,就能实现上电自动复位,如图 1.3 所示。在加电瞬间,电容通过电阻充电,就在 RST 引脚上出现一定时间的高电平信号,只要高电平信号时间足够长,就可以使 MCS-51 单片机有效地复位。RST 引脚在加电时应保持的高电平时间包括 +5V 的上升时间和振荡器起振的时间,所以一般为了可靠地实现复位, R_1C 时间常数应取得大一些,当振荡频率为 12MHz 时,典型值为 $C = 10\mu\text{F}$, $R_1 = 8.2\text{k}\Omega$ 。

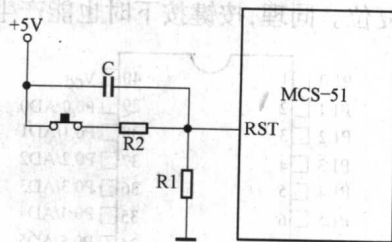


图 1.3 上电/手动复位电路

(2) 手动复位电路。在系统运行过程中,有时可能对系统需要进行复位,为避免对硬件经常加电和断电造成的损害,我们可以采用手动复位,如图 1.3 所示。这种方法是将一个开关串联一只电阻 R_2 后,再并联于上电自动复位的电容两端,在加电时自动复位,而在系统运行过程中需要复位时只要使开关闭合,在 RST 引脚上就会出现一定时间的高电平信号,从而使单片机实现复位。

(3) “看门狗”复位电路。在单片机应用系统中,单片机由于受到各种干扰而不能正常工作,在程序运行过程中出现死机是普遍存在的问题。为了尽快恢复单片机系统的功能,就要求将单片机复位而重新开始工作。目前单片机广泛应用于家用电器、汽车电控、工业自动化控制等系统中,单片机能否可靠上电复位和如何有效对程序运行进行监控,关系到单片机系统设计的成败。Motorola、Microchip、三菱、东芝等许多公司为提高单片机运行的可靠性,相继开发了内置有电压检测和看门狗定时器功能的单片机。但在我们实际使用过程中,发现这些内置的