

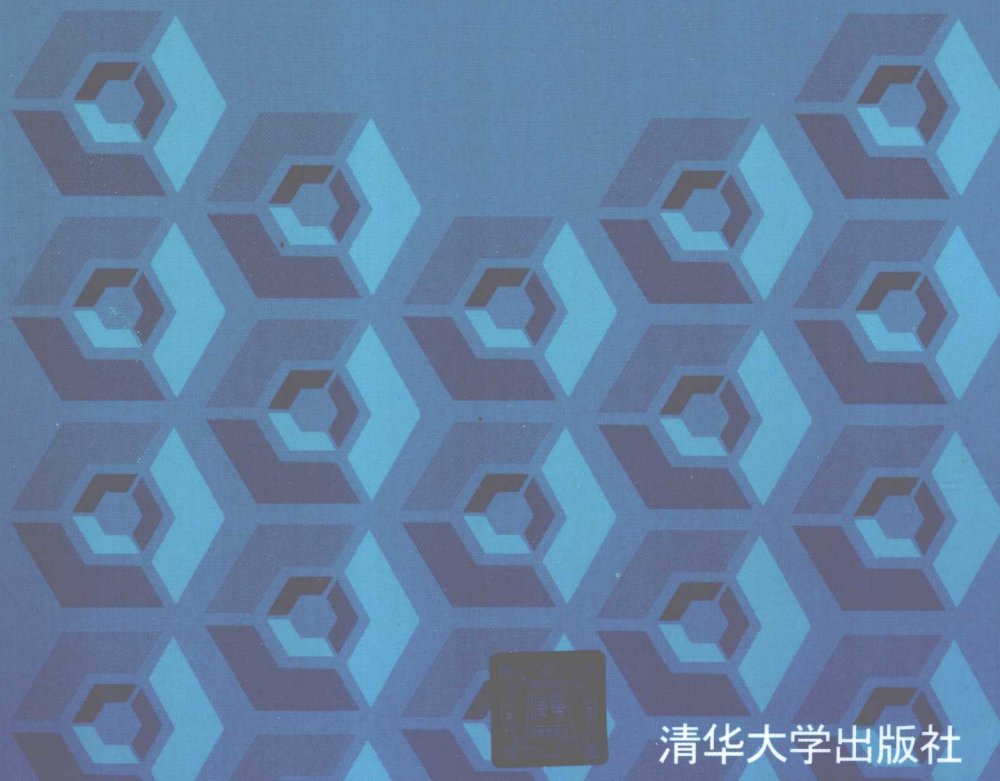


高等学校应用型特色规划教材

单片机

原理与应用技术(第2版)

黄仁欣 主 编
张 琴 副主编



清华大学出版社

高等学校应用型特色规划教材

单片机原理与应用技术(第2版)

黄仁欣 主 编

张 琴 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以目前使用最广泛的 MCS-51 系列单片机为主,从应用角度介绍了单片机的基本工作原理、内部各功能部件的结构及应用、程序设计方法、系统扩展及接口技术等,系统地阐述了汇编语言和 C 语言两种编程方式,并介绍了一些新型的接口器件。通过设计实例——多户电子电能表的研制,介绍单片机应用系统的开发方法和技巧。最后一章介绍了单片机应用的一些实用程序,可以作为课程实训、设计的选题,也可供进行其他单片机应用系统开发参考。

本书选材合理、条理清晰、叙述简洁。每章均有大量应用实例,并且每章均有小结,方便读者自学和复习,且附有习题供课后练习。

本书可作为普通高等院校和高职高专电子、电气、自动化、机电一体化等专业的教材,也可作为自学和从事单片机工作的工程技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用技术/黄仁欣主编;张琴副主编. —2 版. —北京:清华大学出版社,2010.1
(高等学校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-21450-2

I. 单… II. ①黄… ②张… III. 单片微型计算—高等学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 207320 号

责任编辑:刘天飞

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李玉萍

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.25 字 数:416 千字

版 次:2010 年 1 月第 2 版 印 次:2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:27.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:035058-01

前 言

随着微电子技术的高速发展，单片机在国民经济的各个领域得到了广泛的应用。单片机以体积小、功能全、性价比高等诸多优点，在工业控制、家用电器、通信设备、信息处理、尖端武器等各种测控领域的应用中独占鳌头，单片机开发技术已成为电子信息、电气、通信、自动化、机电一体化等专业的学生，以及相关专业技术人员必须掌握的技术。

全书共 10 章，包括单片机基础知识、MCS-51 单片机的系统结构、指令系统、中断系统及内部定时/计数器、串行数字通信、汇编语言程序设计、单片机的 C 语言程序设计、系统扩展与接口技术、单片机应用系统的开发、实训练习——实用程序的设计。本书以目前使用最广泛的 MCS-51 系列单片机为主，从应用角度较为详细地介绍了单片机的基本工作原理、内部各功能部件的结构及应用、程序设计方法、系统扩展及接口技术等；系统地阐述了汇编语言和 C 语言两种编程方式，并介绍了不少新型的接口器件；通过一个设计实例——多户电子电能表的研制，介绍单片机应用系统的设计、开发方法和技巧。最后一章介绍单片机应用的一些实用程序，可以作为课程实训、设计的练习，也可供进行其他单片机应用系统开发时参考。

本书主要特点是：

- 全书选材合理、条理清晰、叙述简洁。每章均有大量应用实例，章后有小结方便读者自学和复习，并附有习题供课后练习。
- 在内容的编排上注意由浅入深，方便自学，以“必须”、“够用”、“适用”、“会用”为度，通过大量的典型例题，使学生重点掌握基本原理、基本的分析方法和软硬件的设计方法，全书多以表格、流程图的形式出现，使基本理论的表述一目了然。
- 单片机技术是一门应用性很强的专业课，编写过程中，注意理论联系实际，作者总结了几年来不同院校、不同专业单片机技术课程的教学经验，力求在内容、结构、理论教学与实践教学的衔接方面充分体现高职教育的特点。
- 实用性强。C 语言程序设计是单片机开发、应用的重要趋势之一，通过实例阐述了 C 语言编程的方法和特点。多户电子电能表的研制是编者刚主持完成的项目。

所介绍的单片机应用的一些实用程序，可以作为课程实训和设计练习。

本书可作为普通高等院校和高职高专电子信息、电气、通信、自动化、机电一体化等专业学生的教材，也适合自学和从事单片机工作的工程技术人员参考。

本书由黄仁欣主编，张琴副主编。黄仁欣编写了第 3、4、5、7、9 章，并负责全书的组织和定稿。张琴编写了第 1、2、6 章，马彪编写了第 9 章的设计实例，马应魁、李红萍编写了第 10 章，欧阳慧平编写了第 8 章。

由于单片机技术的发展日新月异，加之编写时间仓促，作者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者指正，不胜感激。

目 录

第 1 章 单片机基础知识..... 1	
1.1 单片机的发展概述..... 1	
1.1.1 单片机的发展过程..... 1	
1.1.2 单片机的发展趋势..... 2	
1.2 单片机的特点及分类..... 3	
1.3 单片机的应用领域..... 5	
1.4 小结..... 6	
习题..... 6	
第 2 章 MCS-51 单片机的系统结构..... 7	
2.1 总体结构..... 7	
2.1.1 内部结构..... 7	
2.1.2 引脚定义及功能..... 8	
2.1.3 片外总线结构..... 10	
2.2 CPU 和时钟电路..... 11	
2.2.1 CPU 结构..... 11	
2.2.2 时钟电路..... 11	
2.2.3 CPU 时序..... 12	
2.2.4 复位电路..... 13	
2.3 存储器..... 15	
2.3.1 程序存储器..... 15	
2.3.2 数据存储器..... 16	
2.3.3 特殊功能寄存器..... 17	
2.4 并行 I/O 口..... 21	
2.4.1 P0 口..... 21	
2.4.2 P1 口..... 22	
2.4.3 P2 口..... 22	
2.4.4 P3 口..... 23	
2.5 小结..... 24	
习题..... 24	
第 3 章 MCS-51 单片机的指令系统..... 26	
3.1 概述..... 26	
3.1.1 MCS-51 单片机指令格式..... 26	
3.1.2 指令的字节..... 27	
3.1.3 MCS-51 单片机的助记符语言..... 28	
3.1.4 常用符号说明..... 29	
3.2 寻址方式..... 29	
3.2.1 立即寻址..... 30	
3.2.2 直接寻址..... 30	
3.2.3 寄存器寻址..... 31	
3.2.4 寄存器间接寻址..... 31	
3.2.5 变址寻址..... 32	
3.2.6 位寻址..... 33	
3.2.7 相对寻址..... 33	
3.3 数据传送与交换指令..... 34	
3.3.1 内部数据传送指令..... 34	
3.3.2 外部 RAM 数据传送指令 (4 条)..... 37	
3.3.3 查表指令(2 条)..... 37	
3.3.4 堆栈操作指令(2 条)..... 38	
3.3.5 数据交换指令(5 条)..... 39	
3.4 算术运算指令..... 40	
3.4.1 加减法指令..... 40	
3.4.2 乘法和除法指令..... 44	
3.5 逻辑运算及移位指令..... 44	
3.5.1 逻辑运算指令..... 44	
3.5.2 移位指令(4 条)..... 46	
3.6 控制转移指令..... 47	
3.6.1 无条件转移指令(4 条)..... 47	
3.6.2 条件转移指令(8 条)..... 49	
3.6.3 子程序调用和返回指令 (4 条)..... 51	
3.7 位操作指令..... 53	
3.8 伪指令..... 56	



3.9 小结.....	58	第6章 汇编语言程序设计.....	98
习题	58	6.1 汇编语言	98
第4章 中断系统、内部定时/计数器	60	6.2 基本程序结构设计	99
4.1 中断系统.....	60	6.2.1 顺序结构程序设计.....	99
4.1.1 中断系统概述.....	60	6.2.2 循环结构程序设计.....	100
4.1.2 中断源.....	62	6.2.3 分支结构程序设计.....	104
4.1.3 中断系统的控制.....	63	6.3 子程序设计	106
4.1.4 中断响应.....	65	6.3.1 子程序的概念	106
4.2 中断程序设计	67	6.3.2 子程序的设计	107
4.2.1 汇编语言中断程序设计	67	6.4 实用程序举例	109
4.2.2 C语言中断程序设计	69	6.4.1 代码转换程序	109
4.3 定时/计数器.....	70	6.4.2 延时程序	112
4.3.1 定时/计数器的结构.....	70	6.4.3 查表程序	113
4.3.2 定时/计数器的工作原理.....	71	6.4.4 运算程序	115
4.3.3 定时/计数器的工作方式.....	71	6.5 小结	119
4.4 定时/计数器的编程.....	75	习题	120
4.4.1 定时/计数器的初始化编程.....	75	第7章 单片机的C语言程序设计.....	122
4.4.2 应用编程举例	76	7.1 单片机编程语言介绍.....	122
4.5 小结.....	77	7.2 C51的程序结构.....	123
习题	77	7.3 C51的数据与运算.....	123
第5章 串行数字通信	79	7.3.1 数据类型	123
5.1 串行通信概述.....	79	7.3.2 数据的存储	124
5.1.1 同步通信和异步通信	79	7.3.3 MCS-51结构的C51定义	126
5.1.2 串行通信的制式.....	81	7.3.4 C51的指针类型.....	127
5.1.3 串行通信的信号传输.....	81	7.4 单片机的C语言程序设计	128
5.2 串行口的结构及工作原理	84	7.4.1 顺序结构程序的设计.....	128
5.2.1 串行口的结构.....	84	7.4.2 循环结构程序的设计.....	128
5.2.2 串行口的控制.....	85	7.4.3 分支结构程序的设计.....	129
5.2.3 串行口的工作方式.....	86	7.5 汇编语言和C语言的混合编程.....	131
5.3 MCS-51串行口的应用	87	7.6 小结	133
5.3.1 串并变换.....	87	习题	133
5.3.2 单片机的双机通信	89	第8章 MCS-51的系统扩展与接口技术.....	135
5.3.3 单片机与PC的通信	93	8.1 最小系统的概念	135
5.4 小结.....	96	8.2 并行I/O口的扩展	137
习题	97	8.2.1 并行I/O口的简单扩展	137

8.2.2 用 8255 芯片扩展 I/O 口	138	9.4.4 单片机系统电路设计	200
8.3 存储器的扩展	143	9.5 小结	202
8.3.1 程序存储器的扩展	143	习题	202
8.3.2 数据存储器的扩展	144	第 10 章 实训练习——实用程序的设计	204
8.4 键盘接口	145	10.1 单片机交通灯控制器	204
8.4.1 键盘消抖原理	145	10.1.1 控制任务与控制原理	204
8.4.2 独立式键盘	147	10.1.2 系统硬件设计	205
8.4.3 矩阵式键盘接口	148	10.1.3 系统软件设计	205
8.4.4 键盘输入程序设计	149	10.1.4 要点与思考内容	209
8.4.5 键盘扫描方式	153	10.2 单片机低频信号发生器	209
8.5 显示接口	154	10.2.1 控制任务与控制原理	209
8.5.1 LED 显示接口	154	10.2.2 系统硬件设计	212
8.5.2 液晶显示器接口	158	10.2.3 系统软件设计	212
8.6 A/D 接口	163	10.2.4 要点与思考内容	216
8.7 D/A 转换接口	166	10.3 学校作息时间表单片机控制	216
8.7.1 8031 单片机与 DAC0832 的接口	166	10.3.1 控制任务与控制原理	216
8.7.2 8031 单片机与 AD7520 的接口	169	10.3.2 系统硬件设计	218
8.8 小结	171	10.3.3 系统软件设计	219
习题	171	10.3.4 要点与思考内容	226
第 9 章 单片机应用系统的开发	173	10.4 单片机汉字显示控制	227
9.1 单片机的开发系统	173	10.4.1 控制任务与控制原理	227
9.1.1 单片机开发系统的构成	173	10.4.2 系统硬件设计	228
9.1.2 单片机开发系统的功能	174	10.4.3 系统软件设计	230
9.2 典型单片机开发系统介绍	175	10.4.4 要点与思考内容	233
9.2.1 DVCC 单片机开发系统	175	10.5 单片机音乐演奏控制器	234
9.2.2 WAVE 单片机开发系统	178	10.5.1 控制任务与控制原理	234
9.3 单片机应用系统的研制过程	181	10.5.2 系统硬件设计	235
9.3.1 总体设计	182	10.5.3 系统软件设计	236
9.3.2 硬件设计	183	10.5.4 要点与思考内容	240
9.3.3 软件设计	183	附录 1 MCS-51 单片机按功能排序的指令表	241
9.4 单片机应用系统开发实例——		附录 2 MCS-51 单片机按字母排序的指令表	245
多户电子电能表的研制	186	习题答案	249
9.4.1 电能计量原理	186		
9.4.2 显示电路的设计	187		
9.4.3 存储电路的设计	190		



第 1 章 单片机基础知识

本章要点

- 单片机的发展概述
- 单片机的特点及分类
- 单片机的应用领域

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)简称单片机,它是把微型计算机的各个功能部件,即中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、定时/计数器及 I/O 接口电路等集成在一块芯片上,构成一个完整的微型计算机。

本章将简单介绍单片机的发展、特点、分类及应用领域。

1.1 单片机的发展概述

单片机是将 CPU、存储器、定时/计数器、I/O 接口电路和必要的外设集成在一块芯片上,构成一个既小巧又完善的计算机硬件系统,可实现微型计算机的基本功能,因此早期称为单片微型计算机,简称单片机。随着科学技术的发展,单片机芯片内扩展了各种控制功能,现今的单片机集成了许多面向测控对象的接口电路,已经突破了微型计算机的传统内容,国际上逐渐采用微控制器(Micro Controller Unit, MCU)来代替。因为在国内“单片机”一词已约定俗成,故仍继续沿用。

1.1.1 单片机的发展过程

自从 1974 年美国 Fairchild 公司研制出第一台 8 位单片机 F8 以来,单片机就以惊人的速度在发展,各公司竞相推出自己的产品,各种新、高性能单片机不断涌现。迄今为止,单片机的发展主要可分为以下 4 个阶段。

第一阶段(1974—1978 年):初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表,这个系列的单片机在片内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 口、8 位定时/计数器、RAM 等,无串行 I/O 口,寻址范围小于 4KB。

第二阶段(1978—1982 年):高性能 8 位机阶段。这个阶段的单片机均带有串行 I/O 口,具有多级中断处理系统,定时/计数器为 16 位,片内 RAM 和 ROM 容量相对增大,且寻址范围可达 64KB,有的片内还带有 A/D 转换接口。这类单片机的典型代表有 Intel 公司的 MCS-51 系列、Motorola 公司的 6801 系列和 Zilog 公司的 Z8 系列等。这类单片机的应用领域极其广泛,其结构和性能还在不断地改进和发展。

第三阶段(1982—1990 年):8 位单片机巩固、完善及 16 位单片机推出阶段。在此阶段,一方面不断完善高档 8 位机,改善其结构以满足不同用户的需要;另一方面发展 16

位单片机及专用单片机。16 位单片机工艺先进、集成度高、内部功能强,而且允许用户采用面向工业控制的语言,如 Intel 公司的 MCS-96 系列单片机。

第四阶段(1990 年—现今):单片机全面发展阶段。继 16 位单片机出现不久,几大公司先后推出了代表当前最高性能和技术水平的 32 位单片机系列。32 位单片机具有极高的集成度,CPU 可与其他微控制器兼容,指令系统进一步优化,运算速度可动态改变,具有强大的中断控制系统、同步/异步通信控制系统。这类单片机主要应用于汽车、航空航天、高级机器人、军事装备等方面,它代表着单片机发展的高新技术水平。

1.1.2 单片机的发展趋势

单片机的发展趋势将是大容量、高性能化、低功耗化、外围电路内装化等。为满足不同用户的需求,各公司竞相推出能满足不同需要的产品。

1. 高性能化

高性能化主要是指进一步改进 CPU 的性能,加快指令运算的速度和提高系统控制的可靠性,并加强了位处理功能、中断和定时控制功能;采用流水线结构,指令以队列形式出现在 CPU 中,从而有很高的运算速度,尤其适合于作数字信号处理用,这类单片机的运算速度比标准的单片机高出 10 倍以上;采用串行总线结构,从而大大减少了单片机的引线,降低了单片机的成本。

2. 存储器大容量化

运用新的工艺可使内部存储器大容量化,得以存储较大型的应用程序,这样可适应一些复杂控制的要求。当今单片机的寻址能力早已突破早期的 64KB 限制,内部 ROM 容量可达 64MB, RAM 容量可达 2MB,今后还将继续扩大。

3. 外围电路内装化

随着集成度的不断提高,可以把众多的外围功能器件集成在片内。除了一般必须具有的 ROM、RAM、定时/计数器、中断系统外,随着单片机档次的提高,以适应检测、控制功能更高的要求,片内集成的部件还有 DMA 控制器、中断控制器、锁相环、频率合成器、声音发生器、CRT 控制器和译码驱动器等。

4. 片内 I/O 口的改进

大多数单片机 I/O 引脚输出的都是微弱电信号,驱动能力较弱,需增加外部驱动电路以驱动外围设备。现在增加并行口的驱动能力,这样可减少外部驱动芯片,有些单片机可以直接输出大电流和高电压,不需额外驱动模块即可驱动外围设备。

为进一步加快 I/O 口的传输速度,有的单片机设置了高速 I/O 口,能以更快的速度触发外部设备,也能以更快的速度读取外部数据。

5. 低功耗化、宽电压

现在的单片机基本都采用了 CMOS(互补金属氧化物)化,其特点是功耗低。而 CHMOS 工艺是 CMOS 和 HMOS(高密度、高速度 MOS)工艺的结合,同时具备了高速和低功耗的特点;不断采用的新工艺使功耗从 mW 级降到 μW ,甚至 $1\mu\text{W}$ 以下。工作电压在 2~6V 范围内均能正常运行。

1.2 单片机的特点及分类

单片机具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等优点,在许多行业都得到了广泛应用。在航空航天、地质、石油、冶金、采矿、机械、电子等诸多领域,单片机都发挥了巨大的作用。

1. 单片机的特点

单片机以其卓越的性能,得到了广泛的应用,已深入到各个领域。单片机应用在检测、控制领域中,具有以下特点。

(1) 单片机具有体积小、控制功能强、成本低等特点,可非常方便地嵌入到各种应用场合,组装各种智能式控制设备和仪器,做到机、电、仪一体化。

(2) 可靠性好,适用温度范围宽,芯片本身是按工业测控环境要求设计的,能适应各种恶劣的环境,这是其他机种无法比拟的,且程序指令、表格数据等可固化在 ROM 中,不易被破坏。

(3) 易于扩展,很容易构成各种规模的应用系统。片内具有计算机正常运行所必需的部件,芯片外部有许多供扩展用的三总线及并行、串行 I/O 口,为应用系统的设计和生产带来极大方便。

(4) 低电压、低功耗;单片机广泛应用于便携式产品和家电消费类产品。对此类产品,低电压、低功耗尤为重要。许多单片机可在 2.2V 电压以下工作。目前,0.8V 供电的单片机问世,工作电流为 μA 级,一粒纽扣电池就可使单片机长期运行。

(5) 可以方便地实现多机和分布式控制,从而使整个控制系统的效率和可靠性大为提高。

2. 单片机的分类

单片机可按以下几种方式进行分类:CPU 处理字的长度、使用范围和主要产品系列。

1) CPU 处理字的长度

就 CPU 处理字的长度而言,有 4 位、8 位、16 位、32 位单片机。

4 位单片机字长为 4 位,一次并行处理 4 位二进制数据,单片机的问世、开发及利用是从 4 位机开始的。其特点是价格便宜、结构简单、功能灵活,既有相对的数字处理能力,又有较强的控制能力。该类单片机主要应用于诸如洗衣机、微波炉等家用电器及高档电子玩具中。

8 位单片机已成为单片机中的主要机型。在 8 位单片机中,一般把无串行 I/O 接口和只提供小范围寻址空间(小于 8KB)的单片机称为低档 8 位单片机,如 Intel 公司的 MCS-48 系列和 Fairchild 公司的 F8 系列就属此类。把带有串行 I/O 接口或 A/D 转换以及可进行 16KB 以上寻址的单片机称为高档 8 位单片机,如 Intel 公司的 MCS-51 系列、Motorola 公司的 MC6801 和 Zilog 公司的 Z8 系列就属此类。近年来,为了发展和提高 8 位机的性能,就把 16 位以上机型的高性能、高技术下移到 8 位机上,以达到 8 位字长不变而又增加功能的发展模式。其中,最具有代表性的是 MC68HC11 系列,增强了 16 位变址寄存器、16 位堆栈指针、2 个 8 位累加器(可联成 1 个 16 位累加器),因而实现内部 16 位运算。另设有 4~7 组并行 I/O 口、2 个串行通信口、多功能定时系统、8 路 8 位 A/D 转换、实时中断及多种监控系统,既可单片工作又可外部扩展。8 位机的特点是功能强,价格低廉,品种齐全,因而被广泛应用于各个领域,成为单片机的主流。

目前主要的 16 位单片机有 Intel 公司的 MCS-96 系列、NS 公司的 HPC16040 系列等。其中,MCS-96 系列是得到实际应用的最具有代表性的产品。

32 位单片机最具有代表性的有 Intel 公司的 MCS-80960 系列、Motorola 公司的 MC68HC332 的 32 位系列。

2) 使用范围

单片机可分为通用单片机和专用单片机两大类。通用单片机将开发资源(如 ROM、I/O 口等)全部提供给用户使用,适应性较强,应用非常广泛。专用型单片机是针对各种特殊需要专门设计的芯片。与其他集成电路芯片一样,单片机也可按所能适用的环境温度分为 3 个等级,即民用级 0~70℃、工业级-40~85℃和军用级-65~125℃。

3) 主要产品系列

目前,国际上单片机生产厂商各有自己的系列产品,至少有 50 个系列、400 多个品种。Intel 公司推出的 MCS-51 系列单片机,在众多通用 8 位单片机中影响最为深远,如表 1.1 所示。本书以应用最为广泛的 MCS-51 系列 8 位单片机为模型来介绍单片机的原理及应用。

MCS-51 系列分为 51 和 52 两个子系列。其中,51 子系列是基本型,而 52 子系列则属增强型。在 MCS-51 系列里,所有产品都是以 8051 为核心电路发展起来的,它们都具有 8051 的基本结构和软件特性。从制造工艺上看,MCS-51 系列单片机采用两种半导体工艺生产,一种是 HMOS 工艺,即高速度、高密度、短沟道 MOS 工艺;另一种是 CHMOS 工艺,即互补金属氧化物的 HMOS 芯片。在表 1.1 中,芯片型号中带有字母“C”的为 CHMOS 芯片,其余均为一般的 HMOS 芯片。CHMOS 是 CMOS 和 HMOS 的结合,除保持了 HMOS 高速度和高密度的特点外,还具有 CMOS 低功耗的特点。因此,在便携式、手提式或野外作业仪器设备产品中都使用了 CHMOS 的单片机芯片。

MCS-51 单片机片内程序存储器有 3 种配置形式,即掩膜 ROM、EPROM 和无 ROM。这 3 种配置形式对应 3 种不同的单片机芯片,它们各有特点,各有其适用场合,在使用时应根据需要进行选择。一般情况下,片内带掩膜型 ROM 适用于定型大批量应用产品的生产;片内带 EPROM 适用于研制产品样机;外接 EPROM 的方式适用于研制新产品。

表 1.1 MCS-51 系列单片机

子系 列	片内 ROM 形式			片内 ROM 容量	片内 RAM 容量	寻址范围	I/O 特性			中 断 源
	无	ROM	EPROM				计数器	并行口	串行口	
51 子系 列	8031	8051	8751	4KB	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
	80C31	80C51	87C51	4KB	128B	2×64KB	2×16	4×8	1	5
52 子系 列	8032	8052	8752	8KB	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6
	80C32	80C52	80C52	8KB	256B	2×64KB	3×16	4×8	1	6

89 系列单片机与 MCS-51 系列单片机的指令和引脚完全兼容,是目前市场上占有率较大的单片机芯片,其主要特征是采用了可反复电擦除改写的内部程序存储器。市场上主要有美国 Atmel 公司的 AT89 系列和荷兰 Philips 公司的 P89 系列单片机,表 1.2 所示为 AT89 系列单片机概况。

表 1.2 AT89 系列单片机概况

型 号	档 次	Flash	内部 RAM	I/O	定时/计 数器	中断源	串行口	EEPROM	片内 振荡器
AT89C51	标准型	4KB	128KB	32 根	2 个	5 个	1 个	无	有
AT89C52	标准型	8KB	256KB	32 根	3 个	6 个	1 个	无	有
AT89C1051	低档型	1KB	64KB	15 根	1 个	3 个	1 个	无	有
AT89C2051	低档型	2KB	128KB	15 根	2 个	6 个	1 个	无	有
AT89S8252	高档型	8KB	256KB	32 根	3 个	9 个	1 个	2KB	有

1.3 单片机的应用领域

单片机的应用范围很广,根据使用情况大致可分为以下几类。

1. 在智能仪器仪表中的应用

单片机应用于各种仪器仪表中,使得仪器仪表数字化、智能化、微型化,使功能大大提高,如精密数字温度计、智能电度表、智能流速仪、微机多功能 pH 测试仪等。

2. 在工业测控中的应用

用单片机可以构成各种工业控制系统、自适应控制系统、数据采集系统等,如 MCS-51 单片机控制电镀生产线、温度人工气候控制、报警系统控制等。在军事工业中,单片机可用于导弹控制、鱼雷制导控制、智能武器装置及航天导航系统等。



3. 在计算机网络与通信技术中的应用

单片机具有通信接口,为单片机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,MCS 系列单片机控制的串行自动呼叫应答系统、列车无线通信系统、无线遥控系统等。

4. 在日常生活及家电中的应用

目前,各种家用电器已普遍采用单片机控制取代传统的控制电路,如洗衣机、电冰箱、空调、微波炉、电饭煲及其他视频音像设备的控制器,各类信号指示、手机通信、电子玩具、智能楼宇及防盗系统等。

5. 在办公自动化领域的应用

现代办公室使用的大量通信、信息产品多数采用了单片机,如通用计算机系统键盘译码、磁盘驱动、打印机、绘图仪、复印机和传真机等。

6. 在汽车电子与航空航天电子系统中的应用

在汽车工业中,可用于点火控制、变速器控制、防滑刹车控制、排气控制及自动驾驶系统等;在航空航天中,可用于集中显示系统、动力监测控制系统、通信系统及动态监视器等。

1.4 小 结

单片机是在一块集成电路上把 CPU、存储器、定时器/计数器及多种形式的 I/O 接口集成在一起而构成的微型计算机。

通过本章对单片机的发展概述、特点、分类及应用领域的学习,读者对单片机技术有了一个大概的了解,为后面章节的学习打下坚实的基础。

习 题

1. 什么叫单片机?与一般微型计算机相比具有哪些特点?
2. 简述单片机的发展过程及其主要发展趋势。
3. 当前单片机有哪些主要产品?各有何特点?
4. 单片机主要应用在哪些领域?
5. MCS-51 系列中 8031、8051、8751 有什么区别?

第 2 章 MCS-51 单片机的系统结构

本章要点

- 单片机的基本组成
- CPU 的结构和 CPU 时序
- 存储器的组织结构
- 并行 I/O 口的基本原理和操作特点

本章难点

- CPU 的结构。
- CPU 时序。

本章从应用的角度出发讨论单片机的硬件结构，主要涉及与程序设计、系统扩展相关的硬件资源及其使用方法。通过学习，应掌握单片机的基本组成、CPU 的结构及时序、存储器的组织结构、并行 I/O 口的基本原理和操作特点。

2.1 总体结构

2.1.1 内部结构

MCS-51 系列单片机的典型产品有 8031、8051、8751。它们的差别只在程序存储器方面：8031 无内部程序存储器 ROM，必须外接 EPROM 程序存储器；8051 内部有 4KB 工厂掩膜编程的程序存储器 ROM；8751 内部有 4KB 用户可编程的 EPROM。除此之外，其内部结构完全相同，都具有以下结构。

- 8 位 CPU，片内时钟振荡器，频率范围为 1.2~12MHz。
- 4KB 程序存储器，片内低 128B 数据存储器 RAM。
- 片内有 21 个特殊功能寄存器 SFR。
- 可寻址外部程序存储器和数据存储器空间各 64KB。
- 4 个 8 位并行 I/O 口，1 个全双工串行口。
- 2 个 16 位定时/计数器。
- 5 个中断源，2 个中断优先级。
- 位寻址功能，适用于布尔处理的位处理机。

现以 8051 为例，描述 MCS-51 系列单片机的内部总体结构，如图 2.1 所示。

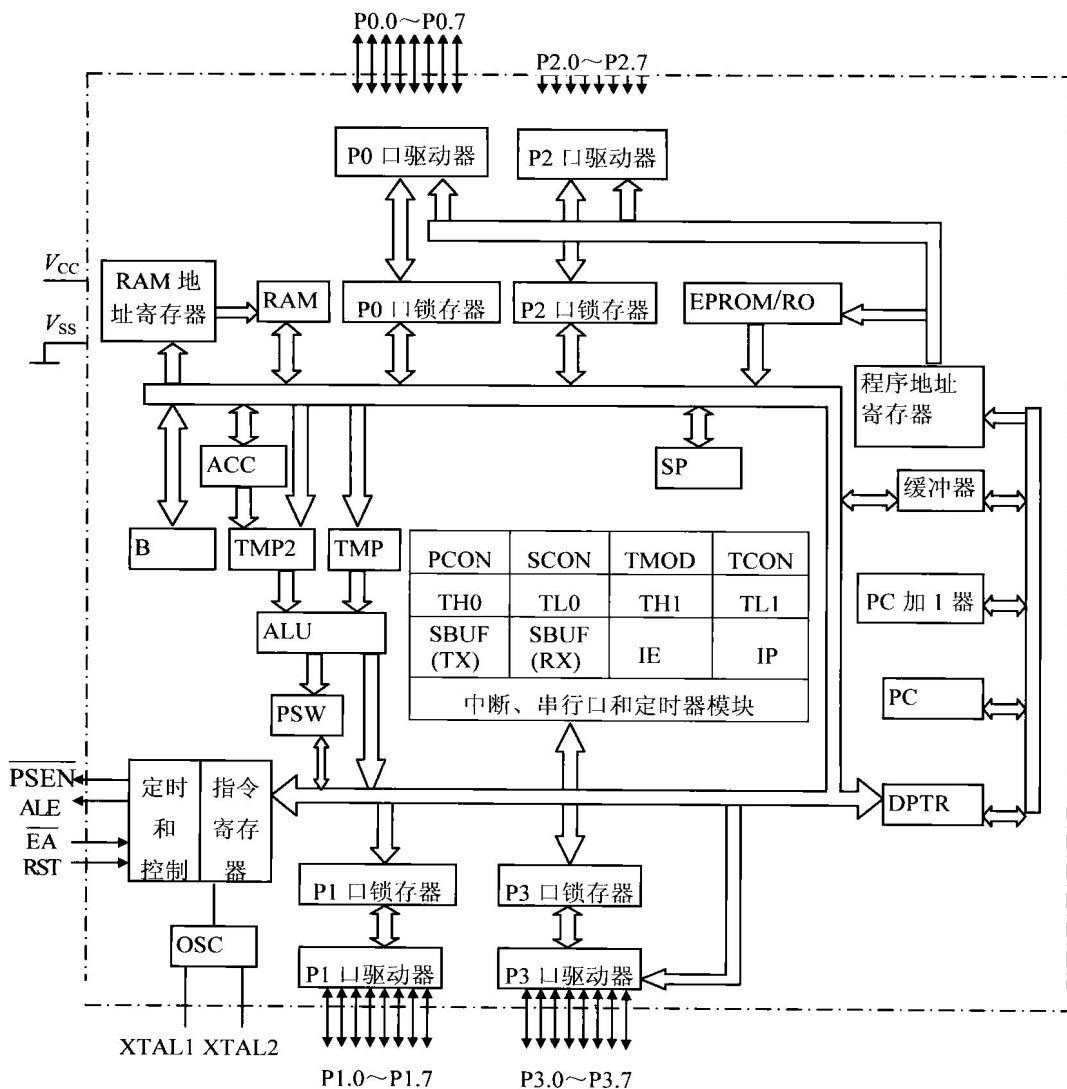


图 2.1 MCS-51 系列单片机内部结构总图

2.1.2 引脚定义及功能

MCS-51 是标准的 40 引脚双列直插封装(DIP)方式集成电路芯片, 引脚排列如图 2.2 所示, 从引脚功能看, 可将引脚分为 3 个部分。

1. 电源及时钟引脚

V_{CC} : 接+5V 电源。

V_{SS} : 接地。

XTAL1 和 XTAL2: 时钟引脚, 外接晶体引线端。当使用芯片内部时钟时, 此两引脚端用于外接石英晶体和微调电容; 当使用外部时钟时, 用于接外部时钟脉冲信号。

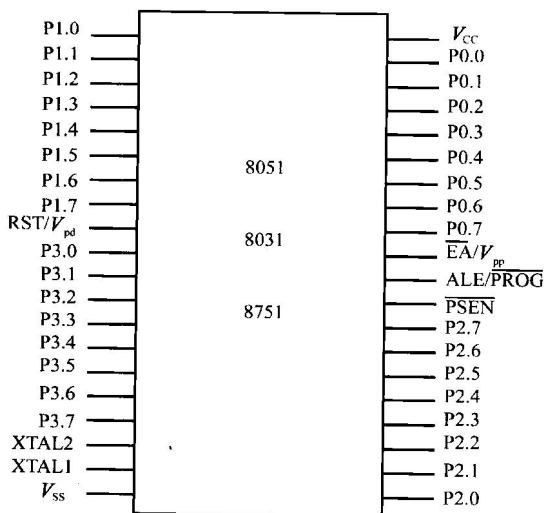


图 2.2 MCS-51 引脚排列

2. 控制引脚

RST/ V_{pd} : RST 是复位信号输入端, V_{pd} 是备用电源输入端。当 RST 输入端保持 2 个机器周期以上高电平时, 单片机完成复位初始化操作。当主电源 V_{cc} 发生故障而突然下降到一定低电压或断电时, 第 2 功能 V_{pd} 将为片内 RAM 提供电源以保护片内 RAM 中的信息不丢失。

ALE/ $\overline{PROG}$: 地址锁存允许信号输出端。在存取外存储器时, 用于锁存低 8 位地址信号。当单片机正常工作后, ALE 端就周期性地以时钟振荡频率的 1/6 固定频率向外输出正脉冲信号。此引脚的第 2 功能 $\overline{PROG}$ 是对片内带有 4KB EPROM 的 8751 固化程序时, 作为编程脉冲输入端。

$\overline{PSEN}$: 程序存储允许输出端。 $\overline{PSEN}$ 信号是片外程序存储器的读选通信号, 低电平有效。CPU 从外部程序存储器取指令时, $\overline{PSEN}$ 信号会自动产生负脉冲, 作为外部程序存储器的选通信号。

$\overline{EA}/V_{pp}$: 程序存储器地址允许输入端。当 $\overline{EA}$ 为高电平时, CPU 执行片内程序存储器指令, 但当 PC 中的值超过 0FFFH 时, 将自动转向执行片外程序存储器指令; 当 $\overline{EA}$ 为低电平时, CPU 只执行片外程序存储器指令。对 8031 单片机而言, $\overline{EA}$ 必须接低电平。在 8751 中, 当对片内 EPROM 编程时, 该端接 21V 的编程电压。

3. I/O 口引脚

P0.0~P0.7: P0 口 8 位双向 I/O 口。

P1.0~P1.7: P1 口 8 位准双向 I/O 口。

P2.0~P2.7: P2 口 8 位准双向 I/O 口。

P3.0~P3.7: P3 口 8 位准双向 I/O 口。

2.1.3 片外总线结构

总线是指信息传送的公共通道。从单片机系统扩展的角度出发,单片机的引脚可以构成三总线结构,如图2.3所示。

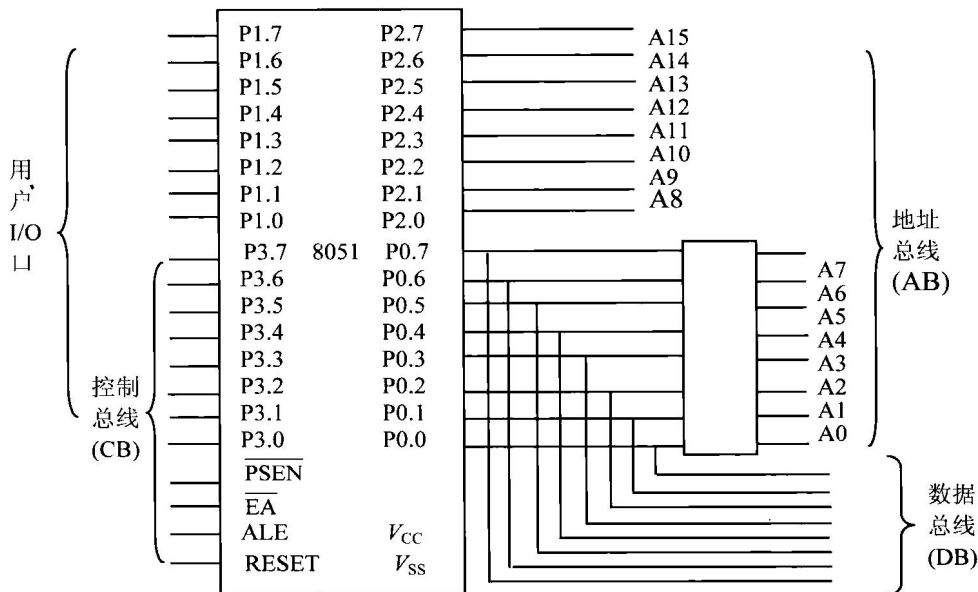


图 2.3 单片机总线模型

1. 数据总线

数据总线(Data Bus, DB)是指数据传送的公共通道,传送的是存储单元或 I/O 设备的数据。CPU 内有许多部件,有的要输出数据,有的要输入数据,多部件之间的数据传送不是通过不同的线路来传送,而是输出数据的部件把数据输出至数据总线上,接收数据的部件从数据总线上取数据。这样就大大节省了数据传送的线路,但是采用总线以后,每一个瞬间,只能有一个数据在总线上传输,使数据传送速度减慢。

在 MCS-51 单片机中由 P0 口来传递数据信息,且数据总线为 8 位,即 D7~D0;在 16 位单片机中,数据总线为 16 位,即 D15~D0;在 32 位单片机中,数据总线为 32 位,即 D31~D0。

2. 地址总线

地址总线(Address Bus, AB)传送的是片内发出的存储单元或 I/O 设备的地址信息。

MCS-51 单片机地址总线宽度为 16 位,表示符号 A15~A0,对存储器直接进行编址的编址数有 $2^{16}=65\,536$ 个,寻址范围为 64KB,地址从 0000H~FFFFH。P0 口经地址锁存器提供 16 位地址总线的低 8 位地址 A7~A0, P2 口直接提供高 8 位地址 A15~A8。