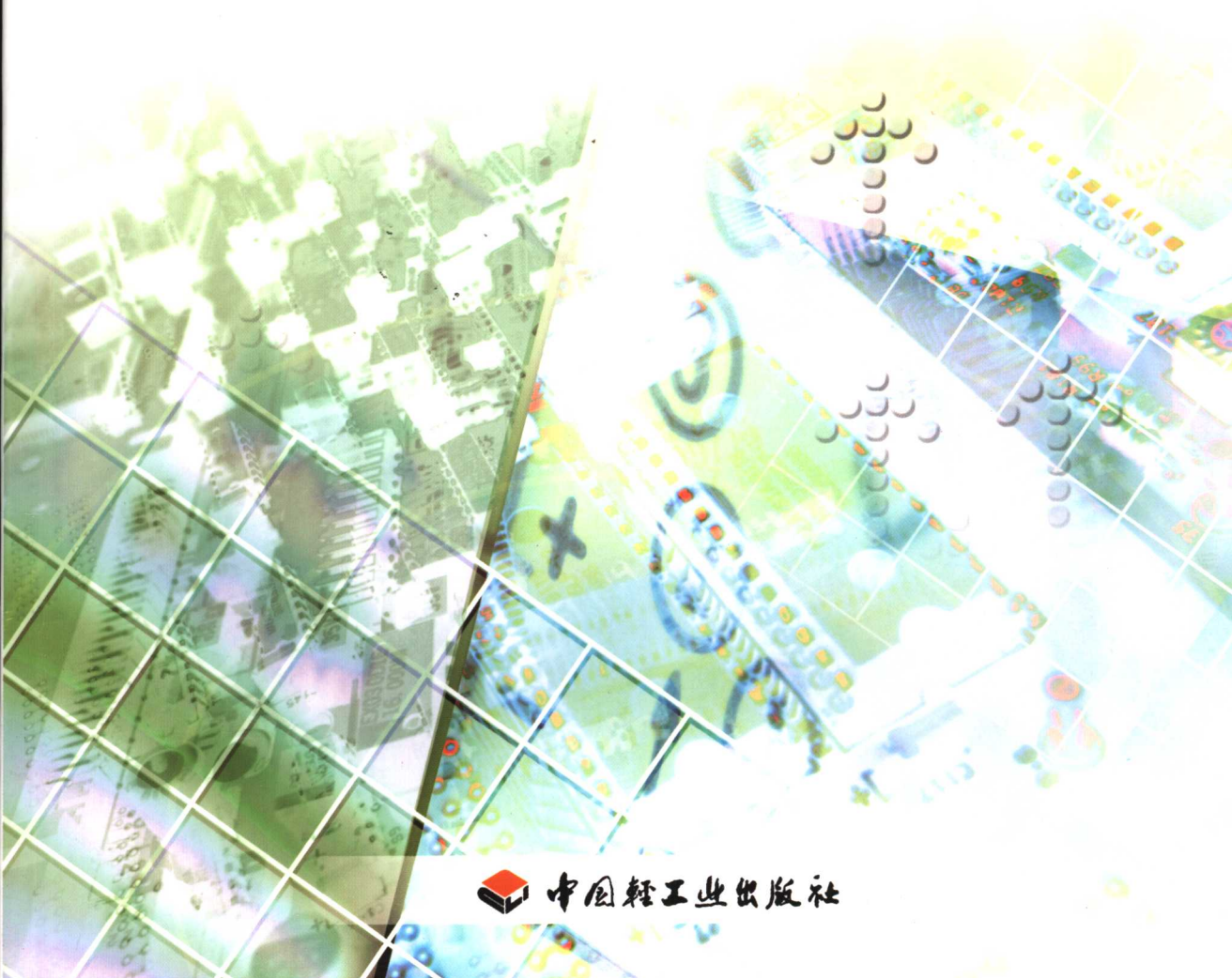


▪ 普通高等学校职业教育教材 ▪

单片机应用技术

马彪 主编 黄冬梅 黄英 副主编



 中国轻工业出版社

普通高等学校职业教育教材

单片机应用技术

马 彪 主 编
黄冬梅 黄 英 副主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用技术/马彪主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2006. 4

普通高等学校职业教育教材

ISBN 7-5019-5252-3

I. 单... II. 马... 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 (2006) 第 004811 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 邱亦刚

版式设计: 马金路 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2006 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.5

字 数: 368 千字

书 号: ISBN 7-5019-5252-3/TP·081 定价: 25.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

41280J4X101ZBW

前 言

随着信息技术的飞速发展,嵌入式智能电子技术已渗透到人们日常生活的各个方面。单片机又称为嵌入式微控制器在智能仪表、工业控制、智能终端、通讯设备、医疗器械、汽车电器、导航系统和家用电器等很多领域都有着广泛的用途,并朝着高速度、低功耗、高集成、多系列等方向发展。

单片机技术是一门应用性很强的专业课,涉及到检测、驱动、控制等多种接口技术,要求学习者既掌握硬件设计技术,又掌握软件编程方法,学习起来有较大的难度。在教学中要根据高职学生的知识基础及就业岗位需求组织教学内容,同时应采用适宜的教学方法,教、学、练一体化,注意理论教学与实践教学的融合。本教材在编写过程中充分考虑了高职学生的学习特点及实际工作需要,注重教材的应用性、先进性、可读性,适于高职二年制及三年制电子、机电类专业学生使用,也适于应用型本科、成人高等学校学生使用。本教材教学参考学时在 90 学时左右(含实训),使用时可根据学时及学生实际情况对第七章、第八章、第九章及第六章串行显示内容进行选择性教学。

本书由辽宁信息职业技术学院马彪任主编,并编写第五、六、七、八、九章及附录。哈尔滨职业技术学院黄冬梅编写第二、三章,苏州经贸职业技术学院黄英编写第四章,郑州牧业工程高等专科学校葛飞编写第一章。辽宁信息职业技术学院房德大老师为本教材编写提供了有价值的参考意见及参考资料,在此表示感谢,也向为本书出版提供帮助的王德滨、王恭堂、徐兵、李真、李辉、邱敏、张安全、金海月、彭德华、张江城、王珣、李乃夫、曹民于表示感谢。

由于时间紧迫和编者水平有限,书中的缺点和错误在所难免,热忱欢迎使用者对本书提出宝贵意见。

编 者

2005 年 12 月

目 录

第一章 MCS-51 单片机硬件结构	1
第一节 概 述	1
第二节 MCS-51 系列单片机结构与引脚说明	8
第三节 MCS-51 存储器结构	12
第四节 MCS-51 系列单片机端口结构	18
第五节 时钟电路与复位电路	21
本章小结	24
思考与练习一	24
第二章 MCS-51 单片机指令系统与编程	26
第一节 指令系统概述	26
第二节 寻址方式	27
第三节 MCS-51 指令系统	30
第四节 汇编语言程序设计基础	56
本章小结	75
思考与练习二	75
第三章 中断系统与定时/计数器	81
第一节 中断系统	81
第二节 定时器/计数器	87
本章小结	101
思考与练习三	102
第四章 单片机系统扩展	104
第一节 程序存储器扩展	104
第二节 数据存储器扩展	114
第三节 存储器综合扩展	119
第四节 并行 I/O 口扩展	119
本章小结	128
思考与练习四	129
第五章 单片机串行通信技术	130
第一节 串行通信基础	130
第二节 串行通信总线标准	132
第三节 MCS-51 单片机串行接口	136
第四节 MCS-51 单片机串口通信应用	140
本章小结	149
思考与练习五	149

第六章 单片机接口技术应用	150
第一节 键盘接口电路.....	150
第二节 LED 显示接口电路	154
第三节 键盘与 LED 显示器综合设计电路	162
第四节 LCD 显示接口电路	173
第五节 D/A、A/D 转换接口电路	184
本章小结.....	190
思考与练习六.....	191
第七章 I²C 总线器件应用	192
第一节 I ² C 总线器件应用概述	192
第二节 E ² PROM AT24C 系列应用	198
第三节 IC 卡应用技术	201
第四节 实时时钟芯片 PCF8563	206
本章小结.....	210
思考与练习七.....	210
第八章 单片机应用系统设计	211
第一节 单片机开发系统介绍.....	211
第二节 单片机应用系统设计举例.....	213
第三节 系统抗干扰设计.....	226
本章小结.....	229
思考与练习八.....	230
第九章 其他 51 内核单片机介绍	231
第一节 ATMEL89 系列单片机介绍.....	231
第二节 LPC900 系列单片机简介	236
第三节 C8051FXXX 系列单片机	241
附录	247
参考文献	255

第一章 MCS-51 单片机硬件结构

单片微型计算机 (Single-Chip Microcomputer) 简称单片机, 又称单片微控制器 (Single-Chip Microcontroller), 它是微型计算机的一个很重要的分支, 自 20 世纪 70 年代问世以来, 以其极高的性能价格比, 受到人们的青睐与关注, 应用很广, 发展速度很快。单片机具有体积小、重量轻、价格低廉、可靠性高、抗干扰能力强、灵活性好、开发较为简单等特点。正因为具有以上特点, 单片机在智能仪表、工业控制、智能终端、通讯设备、医疗器械、汽车电器、导航系统和家用电器等很多领域都有着广泛的用途, 特别是近十几年以来, 单片机的潜力越来越被人们所重视, 在各个应用领域发挥着巨大的作用, 具有较好的发展前景。

第一节 概 述

单片机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电路芯片上, 构成一个完整的微型计算机。

一、单片机技术的发展

单片机可分为通用型单片机和专用型单片机两类。通用型单片机就是一种基本芯片, 其内部资源比较丰富、性能全面, 且适用性较强, 应用范围较广, 用户可根据需要进行再设计与开发。而专用型单片机是针对某些特定的场合而专门设计的芯片, 其应用范围有一定的局限性, 但它指令执行时间短, 运算速度快, 精度较高。我们通常所说的单片机指的就是通用型单片机。

(一) 单片机的发展阶段

随着 1971 年 Intel 公司 4 位微处理器 4004 的研制成功, 1974 年 12 月美国的 Fairchild 公司推出了世界上第一台 8 位单片机 F8。该机结构独特, 由两块集成电路芯片组成, 具有与众不同的指令系统, 深受民用电器和仪器仪表领域的欢迎。自此, 单片机开始迅速发展, 应用范围不断扩大, 逐渐成为微型计算机的一个重要分支。单片机的产生与发展和微处理器的产生与发展大体同步, 可分为以下四个阶段。

1. 第一代单片机 (1974—1976 年)

这是单片机发展的初级阶段。这时生产的单片机, 制造工艺比较落后, 集成度也较低, 并且普遍采用了双片形式, 其代表产品为仙童公司的 F8+3851 以及 Mostek 公司的 3870 等。

2. 第二代单片机 (1976—1978 年)

这是单片机发展的成长阶段。主要是实现了单个芯片上的计算机集成, 成为计算机发展史上的重要里程碑。自此, 单片机主要应用于测控领域, 开始进入了智能化的工业控制时代。由于采用了专门的结构设计, 将 CPU 以及外围单元集成在一块芯片上, 实现了计算机

系统的单片集成，因而也就称为单片机，其指令系统设计面向控制功能要求，具有很强的控制功能，但其性能较低、品种较少。其最典型的代表产品为 Intel 公司的 MCS-48 系列。

3. 第三代单片机 (1979—1982 年)

这是 8 位单片机发展的成熟阶段。与以前两代相比，其技术特点是完善了外部总线，确立了单片机的基本控制功能。在完善外部总线上，将外部并行总线规范为 16 位地址总线、8 位数据总线及相应的控制总线，形成了完整的并行三总线结构，同时还提供了具有多机通信功能的异步通信接口 UART。在确立基本控制功能方面，在指令系统中设置了大量的位操作指令，它和片内的位地址空间构成了单片机所独有的布尔处理器，大大增强了单片机的位控制功能，指令系统中设置了大量的条件和无条件跳转指令，增强了指令系统的控制功能，在片内设置了特殊功能寄存器 (SFR)，建立了计算机外围功能电路的集中管理模式，为后来外围功能部件增添后的使用管理带来了极大的方便。这一代单片机结束了以往计算机单片集成的简单形式，真正开创了单片机作为微控制器的发展道路，具有品种齐全、兼容性强、软硬件资源丰富以及性能较高等特点。其典型代表产品主要有 Intel 公司的 MCS-51 系列、Motorola 公司的 MC6801 系列以及 Zilog 公司的 Z8 系列等。

4. 第四代单片机 (1983 年以后)

这是单片机发展的高速阶段。8 位高性能单片机、16 位单片机以及后来的 32 位单片机并行发展。此阶段首先是单片机的控制功能得到了快速发展，如计数器的捕获与比较功能，以及在此基础上实现的高速 I/O 口，可用来快速探测外部事件和触发外部事件，为了保证程序可靠运行的监视计数器 WDT，满足传感器接口要求的模数转换器和数模转换器以及各种人机对话接口等。其次，按照实际需要实现多样化的发展是这一代单片机的另一大特点，如：为了满足家电控制器的巨大市场，将单片机的并行扩展总线省去，推出价格低廉的单片机，并尽量将一些外围接口电路做在芯片内形成单片机系统，新开发的非总线型单片机与原有的总线型单片机形成了两大派系；为了满足不使用并行总线而能扩展各种外围器件，推出了串行扩展总线，如 Philips 中的 I²C 总线、Motorola 的 SPL 等；发展具有良好控制功能的控制网络总线，以实现串行通信总线难以构成的多主强控制功能的网络系统。

各大电气公司都积极开发出自己的单片机系列，许多小型半导体商也纷纷参与单片机的发展，世界上一些著名的计算机厂家已投放市场的产品就有 50 多个系列，400 多个品种。单片机的产品已占整个微机产品的 80% 以上，其中 8 位单片机的产量又占整个单片机产量的 60% 以上，这说明 8 位单片机今后一段时期仍是工业检测、控制应用的主流。特别是 20 世纪 90 年代以来推出的各种 8 位、16 位以及 32 位单片机，性能更高、功能更多、功耗更低，而且品种众多，单片机得到了空前的高速发展。美国的 Intel、Motorola、Zilog，荷兰的 Philips，德国的 Siemens、日本的 NEC 等世界知名公司都开发出自己的系列产品，具有相当的规模，占领着单片机的市场。其典型代表产品主要有 Intel 公司的 MCS-96 系列、Motorola 公司的 M68HC08 系列等。

单片机开发系统是用来开发单片机的开发调试工具，系统为全集成的开发环境，集编辑器、汇编器、调试器于一体，具有仿真空间，程序区和数据区能够自由切换，还可进行并行口通信，传输速度较快，如开发单片机的微机开发系统 MDS 以及在线仿真器 ICE 等，目前已经成为单片机应用工作者不可缺少的有利助手。在单片机迅速发展的同时，各种低价位、高性能的开发系统也在不断地推出。

(二) 单片机的发展趋势

目前,单片机正朝着高速度、高性能和多品种方向发展,结合各个系列产品的特点,单片机的发展趋势具体体现在以下几个方面。

1. CPU 功能增强

CPU 功能的增强集中体现在数据运算速度和计算精度的提高。如:EM78 系列 OTP 型新一代晶体的谐振频率为 $0\sim 36\text{MHz}$, MCS-51 单片机晶体的谐振频率为 $1.2\sim 12\text{MHz}$, MSP430 系列的 16 位单片机的每个指令周期仅为 $125\mu\text{s}$ 。Intel 公司的 MCS-51 系列单片机的 CPU 增加的布尔处理机使得其位处理功能特别强大,输入输出速度得到提高, MCS-96 系列单片机采用的流水线结构使得数据的运算速度更快、精度更高。

2. 内部资源增多

单片机内部资源指的是它内部集成的存储器容量和常用 I/O 电路的种类和数量。目前,单片机内部数据存储器 RAM 数量可达 1KB,程序存储器 ROM 容量可达 64KB,还有可随机读写并且具有掉电保护功能的 E^2PROM 存储器。常用 I/O 电路有串口和并行 I/O 接口、A/D 和 D/A 转换器,此外,还有定时器以及外部中断、定时输出和信号捕捉输入以及系统故障监测和 DMA 通道电路等。因此,采用这种单片机构成控制系统时,减少了外接电路,体积小且可靠性高。

3. 引脚的多功能化

随着芯片内部功能的增强和资源的丰富,单片机所需的引脚数也会相应增加,而太多的引脚不仅会增加制造困难,而且也会使芯片的集中度大为减小,这就会出现不可避免的矛盾。为了解决这一矛盾,必须减少引脚数量,单片机中普遍采用一脚多用的智能化设计方案供用户选择。

4. 低电压和低功耗

在很多应用场合,单片机不仅要有很小的体积,而且还需要较低的工作电压和极小的功耗。因此,单片机普遍采用 CHMOS 工艺,增加了空闲和掉电两种工作方式,极大地降低了单片机的功耗。例如:EM78 系列单片机工作电压范围为 $2.0\sim 6.0\text{V}$,超低功耗, $32\text{kHz}/3\text{V}$ 时为 $15\mu\text{A}$,空闲时为 $1\mu\text{A}$ 。

5. 寻址范围增大

很多高性能的单片机不但增大了其内部存储器,而且 CPU 的寻址范围得到了很大的扩大,存储器空间达 64KB~1M 字节以上,提高了单片机系统的扩展性能。

二、单片机技术的应用

单片机以其卓越的性能,得到了广泛的应用,并深入到各个领域,单片机的应用具有以下特点。

(一) 单片机的特点

1. 集成度高

以 MCS-51 的代表 8051 为例,内部包含了 4KBROM, 128BRAM; 4 个 8 位并口, 1 个全双工串口, 2 个 16 位定时器/计数器等。受集成度的限制,片内存储容量较小,一般小于 8KB, RAM 小于 256B; 但可在外部扩展,通常 ROM、RAM 可分别扩展至 64KB。

2. 可靠性高

按照工业测控环境要求,单片机内部 CPU 访问存储器以及 I/O 接口三总线(地址总

线、数据总线和控制总线)多数在芯片内部,程序指令、常数、表格固化在ROM中不易被破坏,许多信号通道均在一个芯片内,同时可以针对单片机系统采取电磁屏蔽等防护措施,因此抗干扰性能较好,可靠性较高。

3. 扩展性能好

片内具有计算机正常运行所必须的功能部件。芯片外部有许多供扩展用的总线及并行、串行输入/输出管脚,很容易构成各种规模的计算机应用系统。

4. 控制功能强

为了满足工业控制的要求,一般单片机的指令系统中均有极其丰富的条件分支转移指令、I/O口的逻辑操作指令和位处理指令。一般说来,单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微处理器。

5. 性价比高、易于产品化

单片机功能较强,价格便宜,并且应用系统的印刷电路板小、插接件少,同时应用系统的硬件设计较为简单,单片机开发工具具有很强的软硬件调试功能和辅助设计的手段,因此其开发较为简单,研制周期较短,性价比较高,易于产品化。

(二) 单片机的应用

单片机自身的特点决定了其应用非常广泛,已经深入到工业、农业、国防、科研、教育以及日常生活等各个领域,对各行各业的技术改造以及产品的更新换代起到了极大的推动作用。

1. 智能仪表

单片机应用于各种仪器仪表的更新改造,实现仪表的数字化、智能化、多功能化、综合化及柔性化,并使长期以来关于测量仪表中的误差修正和线性化处理等难题迎刃而解。由单片机构成的智能仪表,集测量、处理、控制功能于一体,测量速度和测量精度得到提高,控制功能得到增强,简化了仪器仪表的结构,利于使用、维修和改进。

2. 工业实时控制

单片机应用于各种工业实时控制中,如炉温控制系统、火灾报警系统、化学成分的测量和控制等,单片机技术与测量技术、自动控制技术相结合,利用单片机作为控制器,发挥其数据处理和实时控制功能,提高系统的生产效率和产品的自动化程度。采用单片机作为机床数控系统的控制机,可以提高机床数控系统的可靠性,增强功能、降低控制机成本,并有可能改变数控控制机的结构模式。

3. 机电一体化

单片机促进了机电一体化发展,利用单片机改造传统的机电产品,能够使产品体积减小、功能增强、结构简化,与传统的机械产品相结合,构成了自动化、智能化的机电一体化新产品。例如,在电传打字机的设计中,由于采用单片机,从而取代了近千个机械零件。

4. 通信接口

在数据采集系统中,用单片机对模数转换接口进行控制,不仅可以提高采集速度,而且还可以对数据进行预处理,如数字滤波、线性化处理及误差修正等,在通信接口中,采用单片机,可以对数据进行编码、解码、分配管理以及接受/发送等工作。在一般计算机测控系统中,除打印机、键盘、磁盘驱动器、CRT等通用外部设备接口外,还有许多外部通信、采集、多路分配管理以及驱动控制等接口,如果完全由主机进行管理,势必造成主机负担过

重,降低系统的运行速度,降低接口的管理水平。利用单片机进行通信接口的控制与管理,能够提高系统的运行速度,减少接口的通信密度,提高接口的管理水平。单片机在计算机网络和数字通信中具有非常广阔的应用前景。

5. 家用电器

目前,国内外各种家用电器已普遍采用 MCU 代替传统的控制电路,使用的 MCU 大多是小型廉价型的单片机。在这些单片机中集成了许多外设的接口,如键盘、显示器接口及 A/D 等功能单元,而不用并行扩展总线,故常制作成为单片机应用系统。例如洗衣机、电冰箱、微波炉、电饭锅、电视机及其他视频音像设备的控制器。目前的主要发展趋势是模糊控制化,以形成众多的模糊控制家电产品。

此外,单片机成功应用于玩具、游戏机、充电器、IC 卡、电子锁、电子秤、步进电机、电子词典、照相机、电风扇和防盗报警器等日常生活用品中;在汽车的点火控制、变速控制、排气控制、节能控制、冷气控制以及防滑刹车中也有很多应用。总之,单片机技术集计算机技术、电子技术、电气技术、微电子技术于一身,作为一种智能化的现代开发工具,从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。随着现代电子技术的普及与发展,单片机的应用领域无所不至,无论是工业部门、民用部门乃至事业部门,都有其广泛应用。

三、MCS-51 系列单片机

Intel 公司单片机是目前应用最广、品种最多的单片机,Intel 公司于 1980 年推出的 MCS-51 系列单片机属于高档 8 位单片机,与 MCS-48 相比,结构先进,功能更强。MCS-51 系列单片机基本产品中主要包括 8051、8031 和 8751,它们的引脚与指令系统完全兼容,但在内部结构及应用特性方面存在着一些差异,与 8051 相比,8751 芯片内部的程序存储器选用了 4KB 的 EPROM,而 8031 芯片内部无程序存储器。基本产品中以 8051 作为典型代表,其内部资源有:

- 8 位 CPU;
- 4K 字节 ROM 程序存储器;
- 128 字节 RAM 数据存储器;
- 32 根 I/O 线;
- 2 个 16 位的定时器/计数器;
- 1 个全双工异步串行口;
- 5 个中断源,2 个中断优先级;
- 64K 字节程序存储器空间;
- 64K 字节外部数据存储器空间;
- 片内振荡器,频率范围为 1.2~12MHz。

近年来,Intel 在提高该产品性能方面做了不少的工作,在 8051、8031 和 8751 的基础之上,相继推出了不少增强型新产品,即所谓的高档单片机,见表 1-1。

1. 8052/8752/8032

将原来的 8051/8751/8031 进行了扩展,数据存储器增至 256B;程序存储器增至 8KB;定时/计数器增至 3 个 16 位计数器,共有 6 个中断源。

2. 低功耗的 CHMOS 工艺芯片 80C51/87C51/80C31

表 1-1

Intel 公司主要单片机系列

系 列	型 号	片内存储器		片外存储器 寻址范围		I/O 总线		中断源	定时/ 计数器	晶振/ MHz	典型指令 周期/ μ s	封装 DIP	其 他
		ROM/ EPROM	RAM/B	RAM	EPROM M/KB	并行	串行						
MCS-48 (8 位机)	8048	1KB/	64	256B	4	27		2	1×8	2-8	1.9	40	
	8748	1KB/	64	256B	4	27		2	1×8	2-8	1.9	40	
	8035	—	64	256B	4	27		2	1×8	2-8	1.9	40	
	8049	2KB/	128	256B	4	27		2	1×8	2-11	1.36	40	
	8749	/2KB	128	256B	4	27		2	1×8	2-11	1.36	40	
	8039	—	128	256B	4	27		2	1×8	2-11	1.36	40	
MCS-51 (16 位机)	8051	4KB/	128	64KB	64	32	UART	5	2×16	2-12	1	40	
	8751	/4KB	128	64KB	64	32	UART	5	2×16	2-12	1	40	
	8031	—	128	64KB	64	32	UART	5	2×16	2-12	1	40	
	8052AH	8KB/	256	64KB	64	32	UART	6	3×16	2-12	1	40	
	8752AH	/8KB	256	64KB	64	32	UART	6	3×16	2-12	1	40	
	8032AH	—	256	64KB	64	32	UART	6	3×16	2-12	1	40	
	80C51BH	4KB/	128	64KB	64	32	UART	5	2×16	2-12	1	40	
	80C31BH	—	128	64KB	64	32	UART	5	2×16	2-12	1	40	
	87C51BH	/4KB	128	64KB	64	32	UART	5	2×16	2-12	1	40	
	80C252	8KB/	256	64KB	64	32	UART	7	3×16	2-12	1	40	CHMOS
	87C252	/8KB	256	64KB	64	32	UART	7	3×16	2-12	1	40	
	83C252	—	256	64KB	64	32	UART	7	3×16	2-12	1	40	CHMOS, 有脉宽 调制输出, 高速输出
	8052AH-	8KB	256	64KB	64	32	UART	6	3×16	2-12	1	40	
	BASIC												固化 BASIC 程序

续表

系 列	型 号	片内存储器			片外存储器 寻址范围		I/O 总线		中断源	定时/ 计数器	晶振/ MHz	典型指令 周期/ μ s	封装 DIP	其 他
		ROM/ EPROM	RAM/B		RAM	EPROM M/KB	并行	串行						
MCS-51 派生	8044	4KB/	192		64KB	64	32	SIU	5	2×16	12	1	40	
	8744	4KB/	192		64KB	64	32	SIU	5	2×16	12	1	40	
	8044	—	192		64KB	64	32	SIU	5	2×16	12	1	40	
MCS-96 (16 位机)	8094	—	232		64KB	64	32	UART	8	4×16	12	1-2	48	4×10 位 A/D
	8095	—	232		64KB	64	32	UART	8	4×16	12	1-2	48	
	8096	—	232		64KB	64	48	UART	8	4×16	12	1-2	68	
	8097	8KB/	232		64KB	64	48	UART	8	4×16	12	1-2	68	8×10 位 A/D
	8394	8KB/	232		64KB	64	32	UART	8	4×16	12	1-2	48	
	8395	8KB/	232		64KB	64	32	UART	8	4×16	12	1-2	48	
	8396	8KB/	232		64KB	64	48	UART	8	4×16	12	1-2	68	4×10 位 A/D
	8397	8KB/	232		64KB	64	48	UART	8	4×16	12	1-2	68	8×10 位 A/D

这种芯片允许电源波动范围较大,为 $5V \pm 20\%$, 并有三种功耗控制方式。

3. 具有高级语言编程的芯片 8052AH-BASIC

该芯片在片内固化有 MCSBASIC52 解释程序,软件开发比较方便。此外还能够实现 BCD 码的浮点运算以及十六进制数和十进制数的转换。BASIC52 语言能和 MCS-51 汇编语言混合使用。

4. 高性能的 8XC252 系列

在 8052 基础上,采用 CHMOS 工艺,并将 MCS-96 型系列中的一些高速输出、脉冲宽度调制、上/下定时/计数器移植进来构成新一代 MCS-51 型产品 80C252/87C252,它们是目前 MCS-51 型系列单片机中的最新产品。

尽管 MCS-51 系列单片机有多种类型,但是掌握其中的基本类型(8031、8051、8751)是十分重要的,例如 8031 是目前使用最多的,也是 MCS-51 系列中各种类型单片机的基础。因为 8031 价格低廉,另外对于大多数工业检测、控制场合,8031 也能满足要求,因此本书讨论的重点是 8031 单片机,以及 8031 应用系统的设计方法。

第二节 MCS-51 系列单片机结构与引脚说明

由于单片机是把计算机的运算器、控制器、少量存储器、最基本的输入输出电路、串行口电路、中断和定时电路等都集成在一块芯片上的微型计算机,因此我们将从微机的主要基本组成部分来了解单片机的系统结构。

MCS-51 单片机的典型芯片是 8031、8051、8751,8051 内部有 4KB ROM,8751 内部有 4KB EPROM,8031 内部无 ROM;除此之外,三者的内部结构及引脚完全相同,MCS-51 系列单片机的其他品种都是在基本类型上发展起来的,内部结构基本相同,因此,以 8051 为例,说明本系列单片机的内部组成及引脚说明。

一、MCS-51 单片机内部结构

MCS-51 单片机芯片的内部结构如图 1-1 所示,它主要由以下几部分组成。

1. 中央处理器 (CPU)

中央处理器 CPU 是单片机的核心部件,由运算器、控制器组成,此外在 CPU 的运算器中还有一个专门进行位数据操作的位处理器。

(1) 运算器。运算器的功能主要进行算术和逻辑运算,它由算术逻辑单元 ALU、累加器 ACC、B 寄存器、PSW 状态字寄存器和两个暂寄存器组成。ALU 是运算器的核心部件,基本的算术逻辑运算都在其中进行。包括加、减、乘、除、增量、十进制调整和比较等算术运算;与、或、异或等逻辑运算;左移位、右移位和半字节交换等操作;操作数暂存于累加器和相应寄存器,操作结果存于累加器,操作结果的状态保存于状态寄存器 (PSW) 中。

位处理器是单片机中运算器的重要组成部分(图中未画出),又称布尔处理器,专门用来处理位操作,给单片机实现控制功能提供了极大的方便。在硬件上,位处理器以状态寄存器中的进位标志位 CY 为累加器,有以位为单位的 RAM 和 I/O 空间,具有相应的指令系统,可提供 17 条位操作指令以实现置位、复位、取反,等于 0 转、等于 1 转及位与位之间的传送,逻辑与、或等操作,操作结果送回进位标志位 CY。

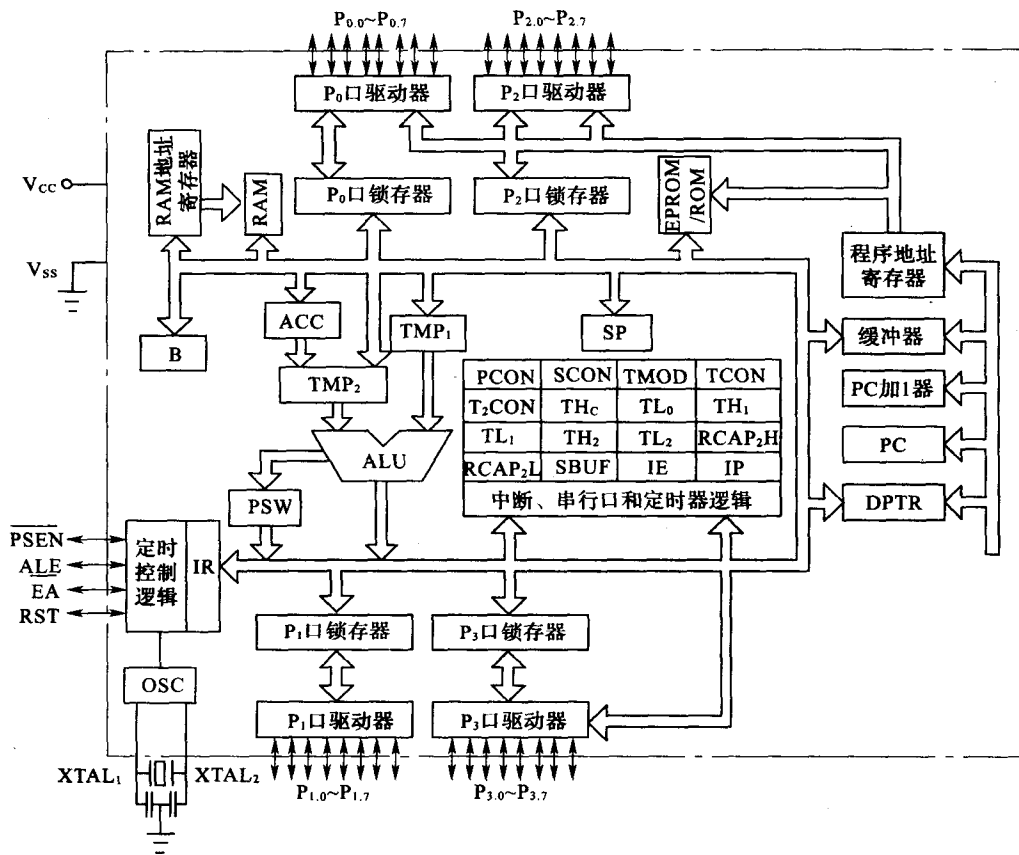


图 1-1 8051 内部结构框图

(2) 控制器。控制器的功能是控制单片机各部件协调动作。它由程序计数器 PC、PC 加 1 寄存器、指令寄存器、指令译码器、定时与控制电路组成。其工作过程就是执行程序的过程，而程序的执行是在控制器的控制下进行的。首先，从片内外程序存储器 ROM 中取出指令，送指令寄存器。然后通过指令寄存器再送指令译码器，将指令代码译成一种或几种电平信号。与系统时钟一起，送时序逻辑电路进行综合后产生各种按一定时间节拍变化的电平或脉冲控制信号，用以控制系统各部件进行相应的操作，完成指令的执行。执行程序就是重复这一过程。

2. 内部存储器

存储器是用来存放程序和数据的部件，在单片机中程序存储器和数据存储器是分开寻址的。

(1) 内部程序存储器。由 ROM 和程序地址寄存器组成，称内部 ROM。8051 型单片机共有 4KB 掩膜式的 ROM，主要用于存放程序、原始数据和表格内容，因为单片机工作时程序是不必修改的，故程序存储器是只读存储器。

(2) 内部数据存储器。由 RAM 和数据地址寄存器组成，8051 型单片机共有 256 字节的 RAM 单元，其中高 128 单元被特殊功能寄存器占用，能提供给用户使用的只是低 128 单元，称内部 RAM，主要用于存放可随机存取的数据以及运算结果。

3. 定时器/计数器

8051 型单片机共有 2 个 16 位的定时器/计数器，用于实现定时或计数功能，并可用定时计数结果对单片机以及系统进行控制。

4. 并行 I/O 口

8051 型单片机共有 4 个 8 位的并行 I/O 口 (P0、P1、P2、P3)，以实现数据的并行输入与输出。

5. 串行口

8051 型单片机有一个全双工的串行口，以实现单片机与其他数据设备之间的串行数据传递。该串行口的功能较强，既可作为全双工异步通讯收发器使用，也可作为同步移位器使用。

6. 中断控制系统

8051 型单片机共设有 5 个中断源，其中外部中断 2 个、定时/计数中断 2 个、串行中断 1 个，二级优先级，可实现二级中断嵌套。

7. 时钟电路

8051 型单片机芯片内有时钟电路，但石英晶体和微调电容需要外接。时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列，作为单片机工作的时间基准，典型的晶体振荡频率为 12MHz。

以上各个主要功能部件基本上构成了 8051 型单片机，作为计算机应该具有的基本部件它都包括，实质上单片机系统就是一个简单的微机系统。

二、MCS-51 单片机引脚说明

8051 型系列单片机采用 40 个引脚双列直插式封装 (DIP) 方式。其中许多引脚具有第二功能，但各种不同的单片机芯片又略有不同。其引脚如图 1-2 所示，图中管脚可以分为以下四类：电源类管脚 2 个、时钟类管脚 2 个、并行 I/O 类管脚 32 个、控制类管脚 4 个，各个引脚说明如下。

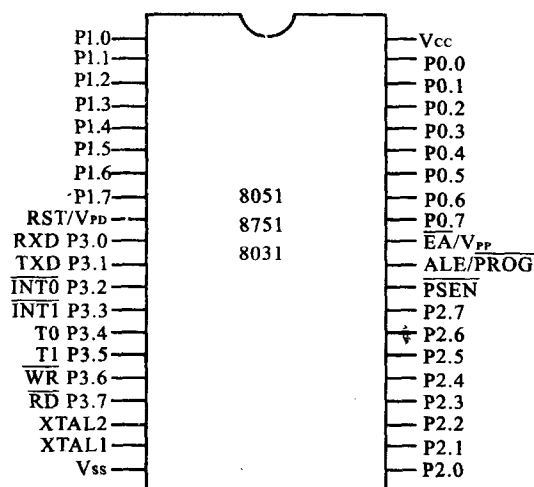


图 1-2 8051 单片机芯片引脚图

1. 电源类引脚

V_{CC} (40 脚)：芯片工作电源的输入端，+5V。

V_{SS} (20 脚): 电源的接地端。

2. 时钟振荡引脚

XTAL1 (19 脚) 和 XTAL2 (18 脚) 的内部是一个振荡电路。为了产生时钟信号, 对 8051 的内部工作进行控制, 在 8051 内部设置了一个反相放大器, XTAL1 为放大器的反相输入端, XTAL2 为放大器的同相输入端。当使用芯片内部时钟时, 在这两个管脚上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。

3. 控制信号引脚

RST/ V_{PD} (9 脚): RST 为复位信号输入端。当振荡器工作时, RST 端保持两个机器周期以上的高电平时, 可使 8051 实现复位操作。该引脚的第二功能 (V_{PD}) 是作为内部备用电源的输入端。当主电源 V_{CC} 一旦发生故障或电压降低到电平规定值时, 可通过 V_{PD} 为单片机内部 RAM 提供电源, 以保护片内 RAM 中的信息不丢失, 使系统在上电后能继续正常运行。

ALE/ $\overline{PROG}$ (30 脚): ALE 为地址锁存允许输出信号。在访问外部存储器时, 8051 通过 P0 口输出片外存储器的低 8 位地址, ALE 用于将片外存储器的低 8 位地址锁存到外部地址锁存器中。在不访问外部存储器时, ALE 以时钟振荡频率的 1/6 的固定频率输出, 因而它又可用作外部时钟信号以及外部定时信号。每当 CPU 访问外部数据存储器时, 将跳过一个 ALE 脉冲。ALE 可以驱动 8 个 LSTTL 门。此引脚的第二功能 $\overline{PROG}$ 是对 8751 型单片机内部 EPROM 编程/校验时的编程脉冲输入端。

$\overline{PSEN}$ (29 脚): 外部程序存储器 ROM 的读选通信号输出端。当访问外部 ROM 时, $\overline{PSEN}$ 定时产生负脉冲, 用于选通片外程序存储器信号, 即每个机器周期 (12 个时钟周期) 内有效两次。在访问外部 RAM 或片内 ROM 时, 不会产生有效的 $\overline{PSEN}$ 信号, $\overline{PSEN}$ 可驱动 8 个 LSTTL 输入端。

$\overline{EA}/V_{PP}$ (31 脚): $\overline{EA}$ 为访问内/外部程序存储器控制信号。当 $\overline{EA}$ 高电平时, 对 ROM 的读操作先从内部 4KB 开始, 当地址范围超出 4KB 时自动切换到外部进行; 当 $\overline{EA}$ 为低电平时, 对 ROM 的读操作限定在外部程序存储器。由此可见, 8031 型单片机没有内部的 4KB 程序存储器, 因此其 $\overline{EA}$ 脚只能接地。当向内含 EPROM 的 8751 型单片机固化程序时, 通过该引脚的第二功能 V_{PP} 外接 12~25V 的编程电压。

4. 并行 I/O 口

8051 型单片机有 32 条 I/O 线, 构成 4 个 8 位双向端口, 其基本功能如下。

P0 口 (32~39 脚): 是一个 8 位漏极开路型的双向 I/O 口; 在访问外部存储器时, 分时提供低 8 位地址, 并用作 8 位双向数据总线。P0 口能以吸收电流的方式驱动 8 个 LSTTL 负载。

P1 口 (1~8 脚): 是一个带内部提升电阻的 8 位准双向 I/O 口。它能驱动 4 个 LSTTL 负载。

P2 口 (21~28 脚): 是一个带内部提升电阻的 8 位准双向 I/O 口; 在访问外部存储器时, 输出高 8 位地址。在对 8751 型单片机内 EPROM 进行编程和检验时, P2 口用于接收高 8 位地址和控制信号。P2 口可以驱动 4 个 LSTTL 负载。

P3 口 (10~17 脚): 是一个带内部提升电阻的 8 位准双向 I/O 口。P3 口可以驱动 4 个 LSTTL 负载。在系统中, 这 8 个引脚都有各自的第二功能, 详见表 1-2。