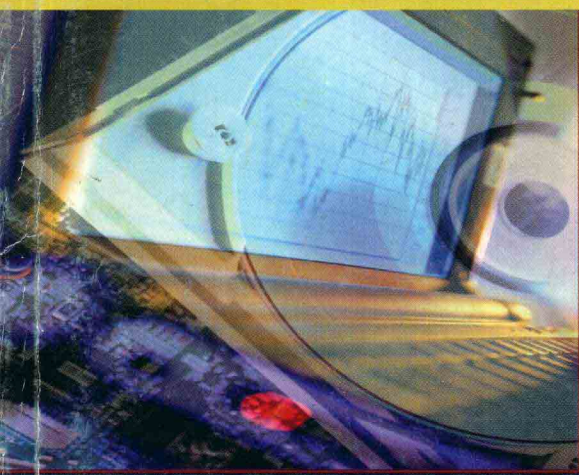


五年制高等专科学校电子信息类、电气控制类专业系列教材

单片机及工程应用

徐新艳 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

五年制高等职业学校电子信息类、电气控制类专业系列教材

单片机及工程应用

徐新艳 主编

机械工业出版社

（北京）

ISBN 7-111-15034-0

定价：25.00元

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

（北京）

高等教育出版社

（北京）

（北京）

内容简介

本书以 MCS-51 系列单片机为主线,介绍了单片机的结构原理及工程应用。在内容编排上,按照面向实用、重视实践、便于理解的原则,从单片机的基本概念入手,用通俗易懂的语言和大量应用实例,由浅入深地引导读者从入门到掌握单片机的原理,并逐步掌握单片机的工程应用方法。

本书内容新颖,概念描述简练、准确,结构安排合理。全书共分九章,主要包括:单片机的基本结构、汇编语言程序设计、单片机应用系统的开发、单片机的工程应用实例、定时/计数器及单片机应用系统的抗干扰设计。每章节后思考与练习既有基本练习,又有提高练习,旨在采用启发和探究的形式引导读者进行知识的拓展。

本书既可作为五年制高等职业教育电子信息类、电气控制类教材使用,也可供工程技术人员参考或作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机及工程应用/徐新艳主编. —北京:高等教育出版社,
2005.7

ISBN 7-04-017034-5

I. 单... II. 徐... 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 052734 号

策划编辑 李宇峰 责任编辑 李宇峰 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 张岚 责任校对 康晓燕 责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 高等教育出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 12
字 数 280 000

版 次 2005 年 7 月第 1 版
印 次 2005 年 7 月第 1 次印刷
定 价 15.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17034-00

前 言

当前,嵌入式系统的应用已深入到各个领域。单片机作为嵌入式系统的重要技术基础知识越来越受到重视。掌握单片机技术已成为对五年制高等职业院校电子信息类、电气控制类学生的基本技能要求,本书正是为适应这一要求而编写的。

本书在编写上按照理论知识够用,内容面向实用、重视实践、便于理解的原则,从单片机的基本概念入手,用通俗易懂的语言和大量应用实例,由浅入深地引导读者从入门到掌握单片机的原理,并逐步掌握单片机的工程应用方法。本书的特点是在结构体系上有两点创新:一是介绍单片机原理与单片机工程应用举例同步进行,使学生能够将理论知识与实践相结合,用理论指导实践;二是在每个工程应用举例之后都有相应的练习。练习分为三类:模仿练习,是通过模仿例子就能完成的练习,旨在提高学生的学习兴趣;基本练习,目的是巩固基础知识,提高基本技能,在基本练习中需要运用所学知识 with 技能独立完成练习;进阶练习,是所学知识和技能的发展,在进阶练习中,给学生留出可以自由发挥的空间,学生可以充分发挥各自的创新能力,按照同一功能目标要求,完成单片机应用系统的设计。

本书在编写过程中,力争突出五年制高等职业教育教材的特点,做到直观性、实践性、综合性。直观性表现为尽可能在介绍基本原理时能联系相关实物及实物表演,使基本原理能形象化的表达;实践性表现为通过大量的“工程应用举例”来训练学生的实际操作能力,使学生掌握单片机应用的基本技能;综合性表现为通过每章节后的思考、练习、进阶练习,逐步训练学生由根据举例来模仿单片机的应用,最终达到运用知识和技能完成一个单片机应用系统的开发。

考虑到院校之间的差异,本书对单片机开发环境的介绍具有普遍性,选用本书的读者可以根据实际条件选择开发工具。此外,本书没有单独列实训项目,教师可以把每章节后的练习作为实训项目。

本书由山东大学的徐新艳、山东电子职业技术学院的王红、济南电子机械工业工程学校的姜志臻编著,其中,王红编写 3、5 章,姜志臻编写 6、7 章,其余各章由徐新艳编写。全书由徐新艳统稿。

本书由南京信息职业技术学院的王钧铭主审,在此表示衷心感谢!

限于作者水平,书中难免存在缺点和不足,恳请广大读者不吝赐教。

编 者

2005 年 4 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第1章 绪论	1	3.5 汇编语言程序设计	57
1.1 微型计算机与单片机	1	3.5.1 典型程序结构	58
1.1.1 微处理器、微型计算机与单片机	1	3.5.2 程序设计举例	64
1.1.2 微型机发展概况	2	第4章 单片机应用系统的开发	67
1.1.3 单片机发展概况	2	4.1 硬件设计	68
1.2 单片机的应用	4	4.2 程序设计	68
第2章 MCS-51 单片机基本结构	6	4.3 程序的仿真调试	69
2.1 MCS-51 单片机的基本结构	6	4.4 程序固化	69
2.2 MCS-51 单片机存储器结构	9	4.5 开发工具	70
2.2.1 单片机中数据的表示	9	第5章 并行口及其工程应用	71
2.2.2 MCS-51 单片机的存储器结构	16	5.1 MCS-51 引脚及基本电路	71
2.3 MCS-51 单片机的特殊功能寄存器	19	5.1.1 MCS-51 的封装及引脚排列	71
第3章 汇编语言程序设计	24	5.1.2 基本电路	71
3.1 概述	24	5.2 并行输入/输出(I/O口)	75
3.2 MCS-51 指令格式	25	5.3 并口工程应用举例	78
3.2.1 汇编语言指令格式	25	5.3.1 单片机控制发光二极管显示	78
3.2.2 机器语言指令格式	26	5.3.2 单片机控制七段数码管显示	82
3.2.3 伪指令	27	5.3.3 键盘输入	84
3.3 寻址方式	29	第6章 中断系统及其工程应用	95
3.3.1 立即寻址	29	6.1 中断系统概述	95
3.3.2 直接寻址	30	6.1.1 中断的基本概念	95
3.3.3 寄存器寻址	30	6.1.2 中断的功能	96
3.3.4 寄存器间接寻址	31	6.1.3 中断过程	96
3.3.5 变址寻址	31	6.1.4 中断嵌套	97
3.3.6 相对寻址	32	6.2 MCS-51 的中断系统	98
3.3.7 位寻址	33	6.2.1 中断源	98
3.4 MCS-51 单片机指令系统	34	6.2.2 中断控制寄存器	98
3.4.1 数据传送指令	35	6.2.3 MCS-51 的中断响应过程	100
3.4.2 算术运算指令	41	6.2.4 中断请求的撤除	102
3.4.3 逻辑操作指令	46	6.3 中断系统工程应用举例	104
3.4.4 控制转移指令	49	6.3.1 外部中断源扩展	104
3.4.5 位操作指令	54	6.3.2 矩阵式键盘中断方式的连接	105
		第7章 定时/计数器	109

7.1 MCS-51 的定时/计数器系统	109	通信	144
7.1.1 定时/计数器的结构及工作原理	109	8.3.2 单片机的多机通信系统	149
7.1.2 定时/计数器的方式寄存器和控制寄存器	110	8.4 串行口扩展	154
7.1.3 定时/计数器的工作方式	112	8.4.1 串行输出端口的扩展	154
7.1.4 定时/计数器应用	116	8.4.2 串行输入端口的扩展	156
7.2 定时/计数器工程应用举例	120	8.5 串行口工程应用举例	158
7.2.1 实时时钟	120	第9章 单片机应用系统的抗干扰设计	166
7.2.2 作息时间表	129	9.1 硬件抗干扰设计	166
7.2.3 步进电机控制	134	9.2 复位电路及看门狗电路	170
第8章 串行口及其工程应用	139	9.2.1 复位电路	170
8.1 串行通信基础知识	139	9.2.2 看门狗电路	170
8.1.1 串行通信的分类	139	9.3 软件抗干扰设计	171
8.1.2 串行通信中数据的传送方向	141	9.3.1 前向通道的软件抗干扰技术	171
8.2 MCS-51 的串行接口	142	9.3.2 系统内部的软件抗干扰技术	172
8.2.1 串行口控制寄存器	142	附录A ASCII 表	177
8.2.2 波特率选择	143	附录B MCS-51 指令集	178
8.3 串行通信	144	主要参考书目	182
8.3.1 MCS-51 与通用计算机之间的	144		

第一章绪论

只翻翻送肺片单 E.I.I

1.1.1 微处理器、微型计算机与单片机

微处理器是指集成控制器和运算器的一片半导体芯片。微型计算机简称微机,它包括一个微处理器及存储器和连接外设的接口电路。微机广泛用作通用计算机,如图 1-1(a)所示的个人计算机。如果将一微机的全部功能部件集成在一片半导体芯片上,就构成了单片微型计算机,简称单片机,如图 1-1(b)所示。由于单片机主要用于控制系统,所以又被称为微控制器,简记为 MCU。

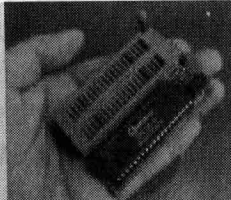


图 1-1 个人计算机与单片机

1.1.2 微型机发展概况

计算机的发展经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路四个发展阶段。这四个发展阶段的计算机,我们又分别称它们为第一代计算机、第二代计算机、第三代计算机和第四代计算机。

微型计算机是大规模集成电路技术发展的直接产物,属第四代计算机。自1971年微型机问世以来,随着大规模集成电路技术的不断发展,导致微型机向两个方向发展。

一是向高速度、大容量、多媒体和网络应用等方向发展:1971—1973年是4位机与低档8位机,代表产品为Intel公司的4004和8008;1973—1978年为中高档8位机,典型产品是Intel 8080/8085, Motorola公司的MC6800、MC6809, Zilog公司的Z80等;1978—1981年是16位机,代表产品是Intel 8086、Z8000、MC68000;1981—1993年是32位机,代表产品为Intel 80386、MC68020等;1993年至今,其代表产品是Intel 80586等。最新型微机的基本性能相当于高档小型、中型计算机的水平。随着计算机网络的发展,微型机的基本功能和应用正在向更大计算量、更快运行速度、更大存储容量等更高层次扩展。

另一发展方向是向稳定可靠、体积小、功耗低、价格廉、专用型方向发展。在20世纪70年代中期,单片机诞生。随着单片机的出现,它使计算机嵌入到对象体系中完成对象的智能化控制要求成为可能,从此,计算机开始进入各种专用的智能化控制领域。

1.1.3 单片机发展概况

如果以8位单片机的推出作为起点,单片机的发展历史大致可分为四个阶段。

第一阶段(1976—1978):单片机的探索阶段。以Intel公司的MCS-48系列为代表。此系列单片机的推出是在工业控制领域的探索。参与这一探索的公司还有Motorola、Zilog等,都取得了满意的效果。

第二阶段(1978—1982):单片机的完善阶段。Intel公司在MCS-48探索成功的基础上推出了MCS-51系列。MCS-51系列单片机的推出使单片机的性能得到很大提高,应用领域也大为扩展。

第三阶段(1982—1990):8位单片机的巩固发展及16位单片机的推出阶段,也是单片机向微控制器发展的阶段。Intel公司推出的16位MCS-96系列单片机,将一些用于测量控制系统的模数转换器(ADC)、程序运行监视器(WDT)、脉宽调制器(PWM)等纳入片中,体现了单片机的微控制器特征。随后许多测量控制系统中使用的电路技术、接口技术、多通道模数转换部件、可靠性技术等被应用到8位单片机中,增强了外围电路功能,强化了智能控制的特征。

第四阶段(1990—现在):单片机的全面发展阶段。随着单片机在各个领域的广泛应用,不仅出现了高速、强运算能力的8位/16位/32位通用型单片机,也有小型廉价的专用型单片机,以适应不同领域的各种需求,单片机技术进入了全面发展的阶段。

虽然单片机的品种很多,但最具代表性的应属Intel公司的MCS-51系列。MCS-51系列单片机以其典型的通用总线型体系结构、特殊功能寄存器的集中管理模式、位操作系统和面向控制功能的丰富的指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础。特别是近年来,随着Atmel、Philips等世界著名厂商的介入,与Intel公司一道在MCS-51基础上研发了新一代80C51系列。现

在,在中国 80C51 系列单片机已经成为单片机中的主流机型。

MCS-51 系列单片机分为 51 和 52 两个子系列。在 51 系列中,典型产品为 8051、80C51、8751、87C51 以及 8031、80C31,它们的功能相同,仅在内部结构和应用特性方面稍有差异,如表 1-1 所示。8051 片内程序存储器为掩模 ROM,容量为 4 KB($1\text{K}=2^{10}=1\,024$;B 表示字节,8 位二进制数是 1 个字节,即 $1\text{B}=8\text{b}$,b 表示位 bit),可根据要求和用途在制造芯片时将专用程序写入进去,且只能写入一次。8031 内部无程序存储器,使用时需要外接 ROM 芯片,其他方面与 8051 完全相同。而 8751 程序存储器采用可用紫外线照射擦除内容并能电写的可擦除可编程只读存储器 EPROM,可以方便的改写程序。52 系列是增强型的 MCS-51 系列单片机,其增强功能如表 1-1 所示。

表 1-1 MCS-51 系列单片机

子系列	典型芯片	片内 ROM 容量及类型	片内 RAM 容量	并行 I/O 口	串行 I/O 口	定时器/计数器 个数×位数	中断源
51	8031,80C31	无	128 B	4×8	1	2×16	5
	8051,80C51	4 KB 掩模 ROM	128 B	4×8	1	2×16	5
	8751,87C51	4 KB EPROM	128 B	4×8	1	2×16	5
52	8032,80C32	无	256 B	4×8	1	3×16	6
	8052,80C52	8 KB 掩模 ROM	256 B	4×8	1	3×16	6
	8752,87C52	8 KB EPROM	256 B	4×8	1	3×16	6

MCS-51 系列单片机一般采用 HMOS(高密度 NMOS)和 CHMOS(高密度 CMOS)两种工艺制造,前者如 8051,后者如 80C51,它们的逻辑电平与 TTL 电路及 CMOS 电路兼容,所以用 MCS-51 单片机输出端口驱动 TTL 电路或 CMOS 电路,或者用 TTL 电路或 CMOS 电路驱动 MCS-51 单片机,均无需接口电路,可以直接相连。

鉴于 MCS-51 系列单片机在单片机中的基础性地位,本书将以 MCS-51 和 80C51 作为介绍对象,前者泛指 MCS-51 系列单片机,后者特指 80C51 芯片。在学习和掌握了 MCS-51 系列单片机后,再去学习其他类型的单片机,将非常容易。



思考

1. 计算机的硬件系统包括哪些部件?
2. CPU 由哪些部件组成?
3. 外设指什么设备? 结合实际,举一些外设的例子。
4. 简述微处理器、微机和单片机的概念。
5. 单片机与通用微型计算机相比有哪些特点?
6. 到目前为止单片机的发展经历了哪些阶段?
7. MCS-51 系列的典型产品 80C51、87C51 和 80C31 的区别是什么?
8. MCS-51 系列单片机的逻辑电平与 TTL 电路及 CMOS 电路兼容吗?

9. 单片机主要用途是什么? 列举你所知道的目前应用较为广泛的单片机种类。

1.2 单片机的应用

单片机作为最典型的嵌入式计算机,它的成功应用推动了嵌入式系统的发展。与巨大体积和高成本的通用计算机相比,单片机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、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、家用电器、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部分之一。

这里仅举单片机的几个应用领域作简要介绍。

(1) 单片机在仪器仪表中的应用

单片机广泛地应用于各种仪器仪表中。一般将具有单片机的仪器仪表称为智能仪器仪表。智能仪器仪表的主要特点是,提高了测量速度和测量精度,简化了仪器仪表的硬件结构,便于使用。许多智能仪器仪表还能自动完成校正,测量值的误差分析和处理,对测量值进行各种数学运算、标准变换等,使输出的各种类型的数据与被测量值直接对应。

(2) 单片机在机电一体化中的应用

机电一体化是机械工业发展的方向。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体且具有智能化特征的机电产品,如汽车电子系统、微机控制的机床等。单片机的出现促进了机电一体化,它作为机电产品中的控制器,能充分发挥其体积小、可靠性高、功能强、安装方便等特点,大大强化了机器的功能,提高了机器的自动化、智能化水平。

(3) 单片机在实时控制中的应用

单片机也被广泛地应用于各种实时控制系统中,如工业上对各种窑炉、锅炉的温度、酸度、化学成分的控制和测量。将测量技术、自动控制技术和单片机技术相结合,充分发挥其数据处理和实时控制功能,使系统工作于最佳状态,提高了系统的生产效率和产品的质量。在航空航天、通信、遥控、遥测等各种实时控制系统中,都可以看到用单片机作为控制器使用。

(4) 单片机在分布式多机系统中的应用

分布式多机系统是指系统中有若干台功能各异的计算机,各自完成特定的任务,它们又通过通信相互联系、协调工作。分布式多机系统具有功能强、可靠性高的特点,在比较复杂的系统中,都采用分布式多机系统。单片机在多机系统中往往作为一个终端机,安装在系统的某些节点上,对现场信息进行实时的测量和控制。高档单片机的多机通信功能很强,它们在分布式多机系统中发挥很大作用。

(5) 单片机在家用电器中的应用

家用电器涉及千家万户,生产规模大。家用电器如洗衣机、音响设备、电风扇和空调机等都普遍采用单片机或专用单片机集成电路控制器。今后,随着家用电器功能的日趋复杂化,单片机在家用电器中的应用前景将更加广阔。

(6) 单片机在网络中的应用

目前,把单片机嵌入式系统和互联网连接已是一种趋势。不远的将来就会看到,复杂的或简单的嵌入式设备。例如,单片机控制的机床、单片机控制的门锁,等等,都能够和互联网连接,人们通过网络浏览器就可以对它们进行过程控制。



思考

1. 说一说单片机可以应用的领域。你所熟悉的家用电器中有哪些使用了单片机？
2. 查阅有关嵌入式系统的书籍，了解有关嵌入式系统的定义，了解单片机在嵌入式系统中的地位。

第2章

MCS-51 单片机基础

MCS-51 单片机是应用最广泛的一种单片微型计算机。本章主要介绍 MCS-51 单片机的基本结构、工作原理及主要性能指标。

2.1 MCS-51 单片机的基本结构

MCS-51 单片机的基本结构如图 2-1 所示。图中所示为双总线结构，即数据总线和地址总线。CPU 通过数据总线与内部寄存器、RAM、ROM 及 I/O 接口相连。CPU 通过地址总线与内部寄存器、RAM、ROM 及 I/O 接口相连。图中还显示了单片机的外部接口，包括串行接口、并行接口、中断接口及定时/计数器等。

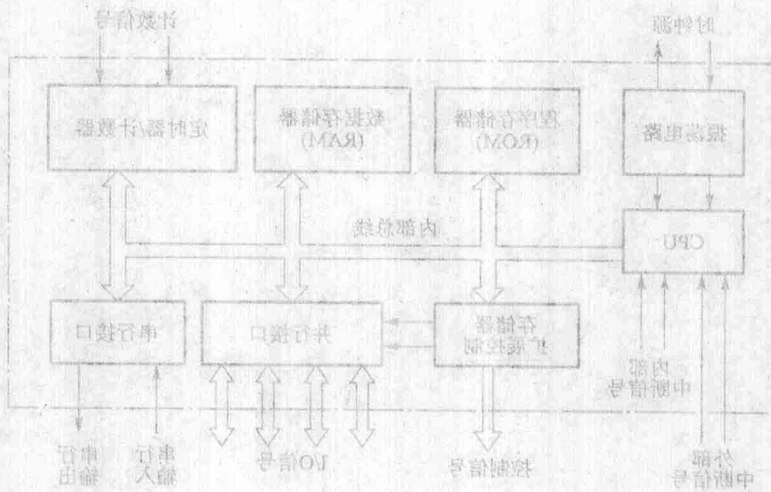


图 2-1 MCS-51 单片机的基本结构

下面结合图 2-1 分析单片机的内部结构。



单片机系统组成框图。图中，双箭头表示双向总线。总线是一组导线，是传输信息的公共通道。任一时刻，总线上只能有一个信息在传送。箭头表示信息的流动方向。

第 2 章

MCS - 51 单片机基本结构

MCS - 51 系列单片机是在我国应用最为广泛的一种单片机系列。因此,本章将结合该系列芯片,介绍单片机的基本结构及工作过程。

2.1 MCS - 51 单片机的基本结构

MCS - 51 单片机的基本结构示意图如图 2 - 1 所示。图中,双线表示总线。总线是一组导线,是传输信息的公共通道。任一时刻,总线上只能有一个信息在传送。箭头表示信息的流动方向。

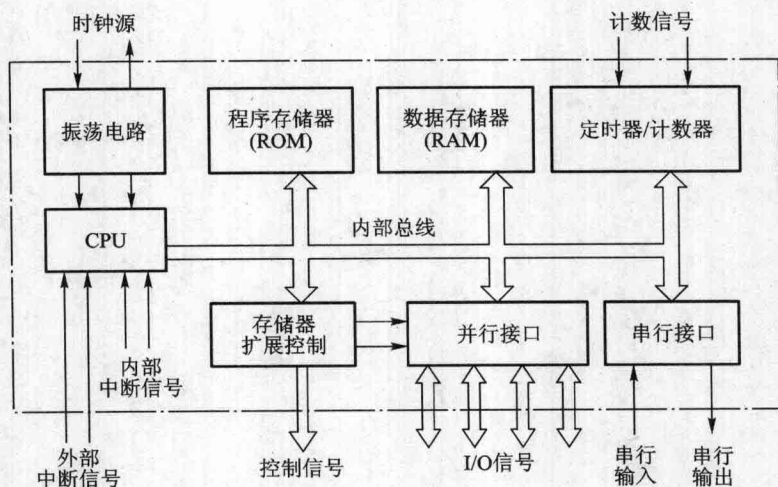


图 2 - 1 单片机基本结构示意图

1. 单片机的工作过程

下面结合图 2 - 1 分析单片机的工作过程。

单片机自动完成赋予它任务的过程,也就是单片机执行程序的过程,即一条条执行指令的过程。指令是指把要求单片机执行的各种作用命令的形式写下来。但是单片机怎样才能辨别和执行这些操作呢?这是在设计单片机时由设计人员赋予它的指令系统所决定的。一条指令对应着一种基本操作。单片机所能执行的全部指令,就是该单片机的指令系统。不同种类的单片机,其指令系统也不同。

为使单片机能自动完成某一特定任务,必须把要解决的问题编成一系列指令(这些指令必须是选定的单片机能识别和执行的指令),这一系列指令的集合就称为程序。程序需要预先存放在具有存储功能的部件存储器中。存储器由许多存储单元(最小的存储单位)组成,就像一座大楼有许多房间组成,指令就存放在这些单元里。那么如何将里面的指令取出并执行呢?就像大楼的每个房间被分配了唯一的一个房间号一样,每个存储单元也必须被分配唯一的一个地址号,该地址号称为存储单元的地址,这样只要知道了存储单元的地址,就可以找到这个存储单元,其中存储的指令就可以被取出,然后再被执行。

程序通常是顺序执行的,所以程序中的指令也是一条条顺序存放的。单片机在执行程序时要能把这些指令一条条取出并加以执行,必须有一个部件能追踪指令所在的地址,这一部件就是程序计数器 PC(包含在 CPU 中,图中未画出)。在开始执行程序时,给 PC 赋以程序中第一条指令所在的地址,然后每取出一条指令,PC 中的内容就会自动增加,增加量由本条指令长度决定,可能是 1、2 或 3,以指向下一条指令的起始地址,保证指令顺序执行。

由上可见,程序计数器 PC 就是用来存放指令地址的,CPU 通过它的内容就可取得指令的存放地址,进而取得要执行的指令。CPU 将从存储器(图中的程序存储器)取来的指令先送入指令寄存器(包含在 CPU 中)寄存,然后再由指令译码器(包含在 CPU 中)对指令寄存器中的指令进行分析解译,最终形成 CPU 的控制信息,以指挥相关硬件电路完成该指令所要求的功能,如数据传送、数据运算,输入或输出信息等。

综合上述分析,单片机执行一条指令时的工作过程示意图如图 2-2 所示。

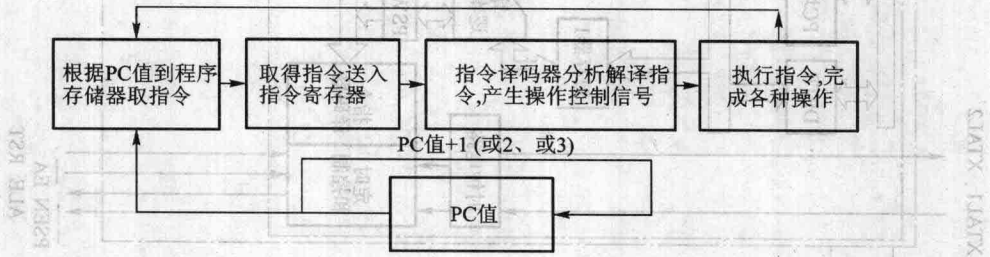


图 2-2 单片机工作过程示意图

2. 单片机基本结构中各部件的作用

下面结合 80C51 介绍单片机中各部件的作用,89C51 结构框图如图 2-3 所示。

(1) 中央处理单元 CPU

CPU 由运算器和控制器组成,完成运算和控制功能。运算器包括算术逻辑单元、累加器、寄存器、暂存器等,其功能是实现数据的算术运算、逻辑运算和数据传送操作。控制器包括定时控

制逻辑、指令寄存器、指令译码器以及信息传送控制部件等,以实现控制功能。

基础(2) 存储器

存储器包括程序存储器和数据存储器。它们相互独立、严格分工。程序存储器 ROM,只存放程序指令、常数及数据表格;数据存储器 RAM,只存放数据。

当 MCS-51 单片机内部存储器容量不能满足需要时,就要在外部进行扩展。存储器扩展控制就是 CPU 用来对内、外部存储器进行管理、控制的电路。

(3) 定时与中断系统

定时器/计数器的作用是实现定时或计数功能;同时,以其定时或计数的结果来实现控制功能。

中断系统是为提高 CPU 工作效率,以满足控制应用需要而采用的一项技术。关于中断在本书后续内容中有详细介绍。

(4) I/O 口

并行接口是指 4 个 8 位的并行输入/输出接口:P1、P2、P3、P4,简称并口,它们既可以作为并行数据的输入口使用,也可以作为并行数据的输出口使用。

串行接口是指一对输入、输出串行口,简称串口。串口负责单片机与单片机以及单片机与外部设备之间的串行数据的传送。

(5) 振荡电路

振荡电路为单片机产生时钟脉冲序列,用于协调和控制单片机的工作。



思考

1. 什么是指令?什么是指令系统?什么是程序?
2. 单片机基本结构由哪几部分组成?每个部分各具有什么功能?
3. 叙述单片机的基本工作过程。

2.2 MCS-51 单片机存储器结构

在单片机中,指令或数据都是以二进制代码形式传送或存储的。为了方便,常使用十六进制数表示。为此,下面先讨论单片机中数据的表示方法。

2.2.1 单片机中数据的表示

单片机中数据信息分为两种类型:一种是用于各种数值运算的数值型数据;另一种是用于逻辑运算、逻辑控制等的非数值型数据。

1. 数值型数据

数值数据的表示又分为数制表示法和码制表示法两种。

1) 数制

数制是进位计数制的简称,是计数的方法。日常生活中人们多用十进制,而单片机中常用二进制和十六进制。

(1) 三种数制的表示方法

① 十进制

十进制有 0, 1, ..., 9 共 10 个数码, 进位规则是“逢十进一”。通常将计数数码的个数称作基数。因此, 十进制基数是“10”。任意一个 k 位整数的十进制数 N , 都可写为

$$\begin{aligned} N_{10} &= D_{k-1}D_{k-2}\cdots D_1D_0 \\ &= D_{k-1} \times 10^{k-1} + D_{k-2} \times 10^{k-2} + \cdots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 \\ &= \sum_{i=0}^{k-1} D_i \times 10^i \end{aligned}$$

式中, $D_i (i=0, 1, \dots, k-1)$ 是 0~9 中任意一个数码; 10^i 是第 i 位的权, 又称位权, 表示 D_i 所代表的数值大小。

例如, 将 7678 按权展开为 $7 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 8 \times 10^0$, 其中有两个数码是 7, 但前一个 7 的权是 10^3 , 表示 7 000; 后一个 7 的权是 10^1 , 表示 70。

② 二进制

二进制只有 0、1 两个数码, 进位规则“逢二进一”, 基数为“2”。任意一个二进制数 N 可写为

$$\begin{aligned} N_2 &= D_{k-1}D_{k-2}\cdots D_1D_0 \\ &= D_{k-1} \times 2^{k-1} + D_{k-2} \times 2^{k-2} + \cdots + D_1 \times 2^1 + D_0 \times 2^0 \\ &= \sum_{i=0}^{k-1} D_i \times 2^i \end{aligned}$$

式中, $D_i (i=0, 1, \dots, k-1)$ 是 0 和 1 两数码中任意一个; 2^i 是第 i 位的权。

③ 十六进制

十六进制有 0, 1, ..., 9, A, B, C, D, E, F 共 16 个数码, 进位规则“逢十六进一”, 基数“16”。任意一个十六进制数 N 可表示为

$$N_{16} = D_{k-1} \times 16^{k-1} + D_{k-2} \times 16^{k-2} + \cdots + D_1 \times 16^1 + D_0 \times 16^0$$

为区别不同进制的数, 在数的表示中采用了不同后缀: 十进制数用 D 表示或省略; 二进制数用 B 表示; 十六进制数用 H 表示。当十六进制数以 A~F 开始时, 需在前面加一个 0。表 2-1 列出十进制、二进制、十六进制数的对应关系。

表 2-1 与十进制数对应的二进制数、十六进制数

十进制数	二进制数	十六进制数	十进制数	二进制数	十六进制数
0	0B	0H	9	1001B	9H
1	1B	1H	10	1010B	0AH
2	10B	2H	11	1011B	0BH
3	11B	3H	12	1100B	0CH
4	100B	4H	13	1101B	0DH
5	101B	5H	14	1110B	0EH
6	110B	6H	15	1111B	0FH
7	111B	7H	16	10000B	10H
8	1000B	8H	17	10001B	11H