

单片计算机 原理·实验及应用技术

刘刚 邵敏权 刘俊萍 林晓梅 编著

吉林科学技术出版社

单 片 计 算 机

原理·实验及应用技术

刘刚 邵敏权 刘俊萍 林晓梅 编著

吉林科学技术出版社

【吉】新登字 03 号

单片计算机
原理·实验及应用技术

刘刚 邵敏权 刘俊萍 林晓梅 编著

责任编辑:赵玉秋

封面设计:刘铁军

出版:吉林科学技术出版社
发行

787×1092 毫米 16 开本 15.5 印张

插表 1 372,000 字

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:14.90 元

印刷:吉林省劳动彩印厂

ISBN 7-5384-1560-2/TP·31

内 容 简 介

本书是作者结合多年教学、科研成果和参阅最新资料编写而成的。主要是以 MCS—51 系列单片计算机为主线,系统地介绍了单片机的软、硬件接口技术和设计方法,同时也对实际应用系统进行了剖析,并介绍了系统设计的方法和步骤。

全书共分四部分十二章内容。其中第一部分主要讲述 MCS—51 单片机的基础知识、指令系统和硬件接口原理,并对指令系统进行了归纳总结,对其难于理解的地方举例说明。第二部分介绍了单片机的常用存储器、并行 I/O 接口和数/模、模/数转换的接口扩展技术。第三部分为实际应用系统,以典型应用实例剖析了以单片机为核心的设计方法和步骤。第四部分为附录。

本书的特点是精选理论内容,注重突出实用技术,例举并分析大量应用实例和程序,同时配有习题和学习指导,便于自学。可作为工科院校有关专业的本科生、专科生及各类中、高级培训班的教材或参考书。同时也可作为非电专业研究生教材。

前 言

自 1980 年 MCS—51 单片机问世以来,在国外,它已广泛应用于自动控制、智能仪器仪表、数据采集和处理等各个方面,同时也渗透到其它各个科技领域。在国内,虽然起步较晚,但由于单片机价格低、功能强、体积小和使用灵活方便特点,其应用很适合我国国情,所以被广大工程技术人员所重视,发展很快。尤其在工业过程控制、智能化外部设备、机电一体化等领域中得到广泛应用。

时代在变,观念也应在变,伴随着这种变化,就要求工程技术人员(不仅仅是电专业的人员)必须掌握微处理机、单片机的硬件和软件的基本原理及其设计方法。事实上,这些工程技术人员一旦掌握了新技术的系统设计方法,凭着对本专业领域的熟悉,就能设计出最适用的应用系统。我们编著这本书的目的正是想能在这个方面贡献点微薄之力。

全书共分四部分十二章:

第一章简要介绍了单片机基础知识;第二章对单片机指令系统归纳为指令助记符与机器操作码对照表,并对主要指令举例分析;第三章讨论软件程序设计方法;第四章介绍单片机的硬件特性的中断技术;第五章讨论数据存储器 and 程序存储器的扩展方法;第六章讨论数字量与模拟量相互转换技术及与单片机的扩展方法;第七章讨论并行 I/O 接口的扩展方法;第八章介绍实验技术的基本知识;第九章介绍 JG—511 教学开发机的使用和监控程序的剖析;第十章介绍软件编程及调试方法;第十一章介绍单片机实用接口设计(举例);第十二章介绍单片机系统的课程设计。附录中介绍有单片机原理部分的学习指导,前两部分每章均配有习题与思考题。另外书中带有机码的程序是全部调试运行通过的。

本书由刘刚、邵敏权担任主编,刘俊萍、林晓梅担任副主编。全书由刘刚做最后修改和校核。其中由刘刚编写第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章、附录、1.6 节和 6.4 节;由邵敏权编写第一章(除 1.6 节外)、第二章、第三章、第四章;由刘俊萍编写第五章;由林晓梅编写第六章(除 6.4 节外)。

全书由吉林工业大学电子系俞知恩副教授担任主审。吉林工学院自动化系肖元恺副教授也为书的编写提出了许多宝贵意见。在成书过程中,编著者得到刘铁军同志热情帮助和支持,在此一并表示衷心感谢。

本书是在 89 年校内编写使用教材的基础上,补充整理之后才与读者见面的。在这六年的教学过程中,前后大幅度地修改过五次。尽管编写者都不希望把错误留给读者,但由于受学识水平所限,书中的错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编著者

1995 年 10 月

目 录

绪论	(1)
第一部分 MCS—51 单片计算机原理	(2)
第一章 MCS—51 系列单片计算机概述	(3)
1.1 微型计算机中常用的数制及其相互转换	(3)
1.2 微型计算机硬件基础	(4)
1.3 微型计算机基本组成	(7)
1.4 MCS—51 系列单片计算机硬件结构初步介绍	(8)
1.5 单片计算机的复位和掉电保护	(12)
1.6 单片计算机的地址锁存和地址译码	(13)
1.7 51 系列增强型单片机硬件配置情况	(16)
习题与思考题	(20)
第二章 MCS—51 单片机指令系统	(22)
2.1 指令系统概述	(22)
2.2 寻址空间和寻址方式	(24)
2.3 指令总表	(27)
2.4 数据传送指令	(32)
2.5 算术运算指令	(34)
2.6 逻辑运算指令	(39)
2.7 程序控制指令	(41)
2.8 位操作指令	(44)
习题与思考题	(44)
第三章 单片计算机程序设计方法	(47)
3.1 汇编语言源程序	(47)
3.2 源程序设计步骤	(49)
3.3 源程序基本结构	(50)
3.4 程序设计举例	(54)
习题与思考题	(62)
第四章 单片计算机接口及中断技术	(64)
4.1 并行 I/O 接口	(64)
4.2 定时/计数器	(69)
4.3 中断技术	(74)
4.4 串行 I/O 接口	(79)
4.5 单片计算机指令时序	(90)
习题与思考题	(91)

第二部分 MCS—51 单片计算机系统扩展技术	(94)
第五章 存储器扩展	(95)
5.1 程序存储器扩展	(95)
5.2 数据存储器扩展	(106)
5.3 单片机外部存储器扩展设计	(112)
习题与思考题	(113)
第六章 模拟量与数字量转换接口技术	(114)
6.1 数/模转换工作原理	(114)
6.2 单片机与 D/A 转换器接口设计	(119)
6.3 模/数转换工作原理	(124)
6.4 单片机与逐次逼近型 A/D 转换器接口设计	(125)
6.5 单片机与双积分型 A/D 转换器接口设计	(133)
习题与思考题	(135)
第七章 可编程并行 I/O 接口	(137)
7.1 8255 可编程通用并行接口及扩展技术	(137)
7.2 8155 可编程的 RAM/IO 扩展接口	(146)
习题与思考题	(153)
第三部分 实验技术和课程设计	(154)
第八章 微机应用实验技术基础	(155)
8.1 实验方案设计和实验准备	(155)
8.2 实验记录及实验故障分析	(157)
8.3 测量信号的预处理技术	(159)
第九章 JG—511 教学机实验单片计算机的使用	(162)
9.1 JG—511 教学实验单片计算机概况	(162)
9.2 JG—511 教学机键盘操作举例	(164)
9.3 JG—511 教学机监控程序剖析	(174)
第十章 单片计算机程序应用设计	(183)
10.1 数据传送	(183)
10.2 数据排序	(184)
10.3 数码转换	(186)
10.4 数制转换	(187)
10.5 多字节无符号十进制数加法运算	(191)
10.6 双字节二进制整数乘法运算	(192)
第十一章 单片计算机接口应用设计	(195)
11.1 压铸机的顺序过程控制	(195)
11.2 步进电机控制	(198)
11.3 可编程音响控制	(206)

11.4 串行 I/O 接口控制	(211)
11.5 电子时钟控制	(214)
第十二章 MCS—51 单片机应用课程设计	(218)
12.1 课程设计的目的和要求	(218)
12.2 课程设计的内容和安排	(219)
12.3 设计题目选编	(221)
12.4 课程设计示例	(223)
第四部分 附 录	(228)
附录 1 MCS—51 单片机原理学习指导	(229)
附录 2 全书主要英文索引	(236)
附录 3 MCS—51 单片机内部 RAM 和 SFR 地址表	(240)
附录 4 标志复位状态及数制转换表	(241)
附录 5 MCS—51 单片机指令表	(242)
附录 6 ASCII 码表	(245)
附录 7 MCS—51 单片机指令编码表	(246)
附录 8 印刷电路的 CAD 软件应用	(248)
附录 9 JG—511 教学机接口插座	(249)
主要参考资料	(250)

绪论

计算机虽然种类繁多,但按功能可大致分成数据计算机和控制计算机两大类。本书所涉及的是用于控制的微型计算机。与数据计算类计算机相比,控制类计算机所处理计算数据的量相对较少,但却具有较多的接口电路和控制功能。

控制类微型计算机的典型机种是单片计算机,即将运算器、控制器、输入/输出接口、部分存储器以及其他一些逻辑部件集成在一片芯片上。这样的单片计算机具有体积小、重量轻、耗电少、功能强和价格低廉等特点;又由于数据大都是在芯片内传送处理,所以运行速度快,抗干扰能力强。用于控制领域中是非常理想的。在国外一般称为微控制器。

单片计算机虽然从七十年代问世到现在只不过二十年左右时间,但发展异常迅速,1995年全世界微处理器年产量0.6亿片,微控制器(即单片机)年产量16.16亿片,45.09亿美元;2000年全球微控制器年产量将达45亿片,70亿美元。现在的单片计算机因其品种繁多,功能各异的优点,应用越来越广泛。其应用范围大致可分成以下三大领域:

1. 机、电、仪一体化智能产品

单片计算机取代老式零部件装入产品内部,或在原有老产品上增加应用单片计算机,增强功能,使产品升级换代,实现智能化。

日常生活用产品有:电子秤、冰箱、照相机、录像机、全自动洗衣机、高级玩具。

计算机外围设备有:打印机、软盘驱动器或硬盘驱动器、键盘等。

智能化仪器仪表有:温度控制器、流量积算仪、仪表检验仪、数字转速计等。

2. 在工业测量控制中的应用

单片计算机特别适用于实时控制,应用领域非常广泛。既可作单机控制,又可作多级控制的前沿处理机。例如数控程控机床、电镀生产线、仿型加工控制系统、啤酒生产线等。

3. 在计算机网络和通信技术中应用

单片计算机具有通讯接口,所以在网络通讯领域也得到了越来越多的应用。

MCS—51系列单片计算机是美国Intel公司80年代研制成功的,是高档的八位单片计算机,目前已成为国内主导单片计算机。最初只有基本型8051/8751/8031等几个型号。近年来,该公司在基本型的基础上推出了不少新品种。因为51系列单片机的成功设计和日益广泛的应用,除Intel公司外,其它一些世界著名的公司(荷兰的Philips,德国的SIEMENS,日本的OKI等)也开始生产51系列单片机,它们推出了许多新型号。这样的发展为51系列单片机的应用开辟了更广阔的前景。95年,Intel公司和Philips公司都推出了16位的51系列单片机。

尽管生产厂家各异,型号多样,但它们只是硬件配置不同,指令系统是兼容的。本书选用MCS—51系列的基本型单片机作为典型机种,介绍它的硬件结构、软件编程及应用。另外,为使读者对51系列单片计算机整体有一个了解,也列出一些增强型51系列单片机的硬件配置情况。

第一部分

MCS—51 单片计算机原理

第一章 MCS—51 系列单片计算机概述

1.1 微型计算机中常用的数制及其相互转换

电子电路中的信号大体分为两类：一类是随时间连续变化的信号，如温度、压力等，称为模拟信号，处理模拟信号的电路称为模拟电路；另一类是在数值上不连续变化的信号，这种间断的突变信号称为数字信号，处理数字信号的电路称为数字电路。

日常人们习惯于用十进制来计数，即用 0~9 十个数码表示任何一个数。如果用数字电路表示一位十进制数，该电路就必须有十个不同的状态才能与 0~9 十个数码相对应，这样的电路结构将十分复杂。

由于数字电路只工作在“开”与“关”两种状态，因此数字电路的“开”和“关”两种状态正好对应着二进制数的“0”和“1”两个数码。二进制计数只用 0 和 1 两个数码来表示任何一个数。利用数字电路输出端高、低两种电平状态可以简便地表示二进制的 0 和 1，因此数字电路和计算机中都采用二进制计数。

1.1.1 常用数制

1. 在二进制数中只有 0 与 1 两个数码，因此基数为 2，二进制数可表示为：

$$S = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \cdot 2^i$$

其中 K_i 可取 0 或 1，二进制数 S 有 m 位小数、 n 位整数。二进制数在加减法运算中的规则是“逢二进一”、“借一为二”。如 $1+1=10$ ， $11+1=100$ 。

表 1—1

十进制数(D)	二进制数(B)	十六进制数(H)
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10

2. 用二进制表示较大数时，位数将很多，书写和阅读都不方便，因此计算机中常用十六进制代替二进制编写程序。在十六进制数中采用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 等十六个数码，其中 A、B、C、D、E、F 分别对应于十进制数的 10、11、12、13、14、15。十六

进制是以 16 为基数的,十六进制数可表示为:

$$S = \sum_{i=-m}^{n-1} K_i \cdot 16^i$$

其中 K_i 可取 0~9 或 A~F,十六进制数 S 有 m 位小数、 n 位整数。十六进制数在加减法运算中的规则是“逢十六进一”、“借一为十六”。

在计算机系统中约定,二进制数以 B 作为后缀,十六进制数以 H 作为后缀,十进制数以 D 作为后缀(十进制数也可不加后缀)。

3. 表 1—1 给出二进制、十进制、十六进制数码对照关系。

1.1.2 常用数制之间的转换

三种常用数制之间的转换方法如图 1—1 所示。

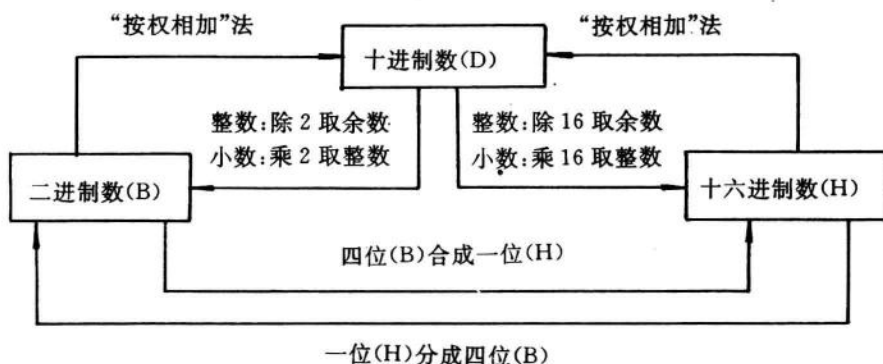


图 1—1 三种常用数制之间的转换

1.2 微型计算机硬件基础

1.2.1 基本逻辑门电路的逻辑关系

在计算机硬件电路中,门电路是最基本的逻辑单元,基本逻辑门电路有与门、或门和非门等。由于逻辑门电路只有两种相反的工作状态,并用 1 和 0 表示,因此正逻辑约定用 1 表示高电平,用 0 表示低电平。反之,为负逻辑。如无特别注明,本书采用的都是正逻辑。

实际使用的各种门电路都是集成电路。TTL 电路的电源电压 V_{cc} 规定为 5 伏,输出高电平约为 3 伏,输出低电平 ≤ 0.3 伏,输入低于 0.8 伏时视为 0 态,高于 2 伏时视为 1 态。这些数据统称为 TTL 电平。TTL 电路的输入端如果开路,则相当于接 1 态。

为了后续逻辑类指令的学习,现将几种逻辑门电路的逻辑关系列于表 1—2。

布尔代数就是逻辑代数,它只取“0”和“1”两个值,而其含义并不是通常所表示的数量大小,而是代表两种相反的状态,例如开关的接通和断开、电位的高和低等等。

表 1-2

逻辑门		与门	或门	非门	异或门
逻辑式	输 入	$Y = A \cdot B$	$Y = A + B$	$Y = \bar{A}$	$Y = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$
		Y	Y	Y	Y
	A B				
	0 0	0	0	1	0
	0 1	0	1	1	1
	1 0	0	1	0	1
	1 1	1	1	0	0

基本逻辑运算有逻辑乘、逻辑加和逻辑非三种。根据这三种基本运算规律,可以推导出逻辑运算的一些法则,就是下面列出的布尔代数运算法则。

- | | | | |
|--|--------------------------|---|---------------------------------------|
| ① $0 \cdot A = 0$ | ② $1 \cdot A = A$ | ③ $A \cdot A = A$ | ④ $A \cdot \bar{A} = 0$ |
| ⑤ $0 + A = A$ | ⑥ $1 + A = 1$ | ⑦ $A + A = A$ | ⑧ $A + \bar{A} = 1$ |
| ⑨ $AB = BA$ | ⑩ $A + B = B + A$ | ⑪ $A(A + B) = A$ | ⑫ $A(\bar{A} + B) = AB$ |
| ⑬ $A + AB = A$ | ⑭ $A + \bar{A}B = A + B$ | ⑮ $AB + A\bar{B} = A$ | ⑯ $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$ |
| ⑰ $\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$ | | ⑱ $ABC = (AB)C = A(BC)$ | |
| ⑲ $A + BC = (A + B)(A + C)$ | | ⑳ $A(B + C) = AB + AC$ | |
| ㉑ $(A + B)(A + \bar{B}) = A$ | | ㉒ $A + B + C = A + (B + C) = (A + B) + C$ | |

门电路及组合逻辑电路是没有记忆功能的电路,其输出状态只取决于当时的输入状态。双稳态触发器由于它具有 0 和 1 两种相反的稳定输出状态,是一种具有记忆功能的基本逻辑电路。它可分为 RS 触发器、JK 触发器和 D 触发器等。它和门电路组合在一起可以构成多种数字逻辑部件,如计算机中的寄存器、计数器等。

1.2.2 三态逻辑门

前面讲的逻辑门输出只有 0 和 1 两种状态,而三态门除了 0 和 1 两种状态外,还有第三种输出状态——高阻状态(输出阻抗很高)。图 1-2 所示的是 CMOS 三态门电路及逻辑符号。

由于三态门具有高阻输出,因此计算机中用它把多个不同的数据信息轮流传送到一条公用线上去,这条公用线称为总线。注意,同一时刻只能有一个三态门被选通,而向总线传输信息。

1.2.3 寄存器

寄存器是以二进制数码形式暂时存放数据和各种指令的装置,它由具有记忆功能的触发器组成。寄存器存入(写入)数码和取出数码的方式有“并行”和“串行”两种。所谓并行是指输入(输出)数码同时从各对应位的输入(输出)端存入(取出);所谓串行是数码从一个输入(输出)端依次逐位输入(取出)。

计算机进行逻辑运算时,不仅要求寄存器能将参加运算的数据或指令暂时寄存,又要

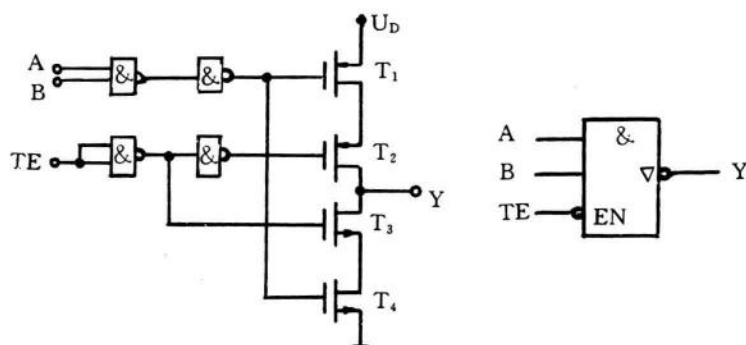


图 1-2 CMOS 三态门

能将它们移位,以便进行运算(如二进制的乘除法运算可移位后变作加减法运算)。

移位寄存器有多种,若每输入一个 CP 脉冲,寄存器内全部数码均从低位向高位移一位,称为左移寄存器;反之,每输入一个 CP 脉冲,数码均从高位向低位移一位,则称右移寄存器;既能左移又能右移的寄存器称双向移位寄存器。

1.2.4 存储器

计算机工作离不开程序,即操作者预先编制好使计算机运行的指令序列。程序必须存放在一个可以按地址被寻找到的指令程序存储器中。此外,计算机运行时还需要许多存放数据(包括已知数、运算中间结果以及最终结果)的数据存储器。与程序存储器相同,数据存储器也必须编好地址以便被寻找到用以存入或读出数据。单片机的程序存储器和数据存储器可以是合一的,也可以是分开的。

前面讲到的寄存器也是用来存放数据的,但与存储器不同的是:寄存器是个别的、数量较少,每一个寄存器都有自己的专用名称,相互间以各自特定的名称来区别;而存储器一般是寄存器组成的阵列、数量很大,存储器里每一单元(存储器的基本组成部份称为——单元)都有自己的地址编号,相互间以各自的地址编号来区别。另外,在计算机运行时,寄存器容易被寻址,而存储器寻址要慢一些。

存储器每 256 个单元称为 1 页,即每一页内可用 8 位地址区分($2^8=256$);每 4 页称为 1K($2^{10}=1024=1K$)。一个单元可存储 8 位二进制信息(0 或 1)。存储器根据是否被随机的读、写而又分成只读存储器和随机存储器。

1. 只读存储器(ROM)

一般在计算机运行时只能被读出而不可写入。ROM 中的内容是预先采用特定方法写入的。因此,只读存储器一般用作程序存储器。

只读存储器又可分为掩膜式可编程只读存储器(PROM)和光可擦可编程只读存储器(EPROM)。PROM 一般只允许一次写入,以后即只可读、而不可再改写。EPROM 在写入之后,一般是只可读、而不可写的,但能采用紫外线光照射的方法将其中内容“擦”去,这样即可多次改写。近十年来又有了电可擦可编程只读存储器(EEPROM),即不用光“擦”而

用电“擦”除。最近几年市场上出现了快擦型存储器(F—MEMORY)。功能与 EEPROM 相同,但速度快,写入时间比光可擦 EPROM 小一个数量级,比 EEPROM 小 2 至 3 个数量级。但不管是哪种只读存储器,只要一旦写入,其中内容即可长期保存,即写入后不怕断电,只要断电后再恢复供电仍可读出断电前写入的内容。EPROM 的典型产品有 2716(2K $\times$ 8 位)、2764(8K $\times$ 8 位)、27256(32K $\times$ 8 位)、27040(512K $\times$ 8 位)等。EEPROM 的典型产品有 2864(8K $\times$ 8 位)等。F—MEMORY 的典型产品有 28F010(128K $\times$ 8 位)等。

2. 随机存储器(RAM)

与只读存储器不同,RAM 中的内容在计算机运行时可读也可随时改写。所以一般作数据存储器。但随机存储器与寄存器一样,一旦断电,其断电前写入的内容则不再保留,换言之,只有在不断电的情况下,RAM 中的数据才得以保存。RAM 的典型产品有 6116(2K $\times$ 8 位)、6264(8K $\times$ 8 位)、6256(32K $\times$ 8 位)、621024(128K $\times$ 8 位)等。

随机存储器依照其内部结构不同可分为静态随机存储器(SRAM)和动态随机存储器(DRAM)。SRAM 中每一位即相当于一个触发器;而 DRAM 是利用电容可以储存电荷的原理制成的。因为电容中所存电荷有一定泄漏,因此应用 DRAM 时,为保持所存的数据,除了与 SRAM 一样不能掉电外,还需定时对 DRAM 中每一单元进行读出——写入操作,也称刷新。

随机存储器(RAM)中的一部分可以按先写入的后读出这种读写顺序组织起来,称为堆栈(STACK)。堆栈的当前最后一个单元地址存放在一个叫做堆栈指针(SP)的专用寄存器中。如果数据从堆栈取出或存入堆栈时,SP 自动调整,它总是指向当前堆栈的最后一个单元。单片机的堆栈可以是增址型的,也可以是减址型的。

1.3 微型计算机基本组成

1.3.1 计算机的组成

计算机的功能是对数字或代码进行运算或处理。而且,计算机工作的对象究其实质来说是二进制数,但这二进制数可以是数字本身(无符号整数)、也可以是代表有符号数的原码或补码、代表整数及小数的浮点数、代表十进制数的 BCD 码、代表字母及其他信息符号的 ASCII 码等。

计算机的组成除了前面介绍的存储器外,还必须有运算器、数据的输入设备、数据的输出设备、以及协调控制各个部分的控制器。用几组总线将这五个部分联接起来就组成了一个计算机系统。这就是冯·诺伊曼(John Von Neumann)型计算机的设计结构。

作为计算机系统的一个分支,微型计算机系统也具有上述五个部分。

控制器:相当于人们运算时的大脑,它从存储器取出一条条指令,按着指令的要求在正确的时刻将正确控制的信号送往正确的地方,指挥计算机各部分按着程序一步步运行。

输入/输出设备:是计算机和外部通讯联络,交换信息的设备。

输入设备常用的有——键盘、磁带机、磁盘和光笔、鼠标器等。

输出设备常用的有——显示器、打印机、绘图仪、数码管等。

运算器:它的主要部分是算术逻辑单元(ALU),它能对数据进行加、减、乘、除等算术

运算以及与、或、非、异或等逻辑运算。

通常所说的计算机是指计算机系统的主机,即将外部设备(输入/输出设备)除外,但必须设有与输入/输出设备联接的电路,称为接口电路或 I/O 接口。

计算机中将控制器与运算器组成的整体合称为微处理器(或中央处理单元—CPU)。

1.3.2 运算器

算术逻辑单元(ALU)只能对二进制数进行运算,它进行运算时,主要依靠寄存器来寄存数码。特别是累加器 A 在运算时常被用来寄存参加运算的一个数据以及运算的结果。此外,在数据传送和处理时,累加器 A 也与其它寄存器不同,处于十分重要的地位。

不同运算器允许运算二进制数的位数是不同的。有 1 位、4 位、8 位、16 位、32 位等等。为了叙述的方便,我们把 8 位二进制数称为一个字节。这样,4 位称为半字节,16 位称为 2 个字节,以此类推。

在运算中,会有一些除了运算结果数据以外的信息,即进位标志(Cy——以下简称为 C),溢出标志(OV)等。因此计算机中有各种标志(Flag)来表征这些信息。

进位标志 C:表示所进行的无符号数在加法或减法中,最高位是否向更高位产生进位或借位。有则置 1,无则清零。此外,在以后介绍的单片机中,C 在按位运算时起类似于按字节运算时累加器 A 的作用,即按位运算时,运算的一方及运算的结果常常都存在 C 中。

辅助进位标志 AC:表示所进行的运算中低半字节是否向高半字节产生进(借)位,有则置 1,无则清 0,所以也称半进位标志。该标志专为 BCD 码操作作用。

溢出标志 OV:表示所进行的有符号数加或减运算的结果是否超出了同样位数二进制所能表示的有符号数的范围。如果超出则置 1,不超出则清 0。

奇偶标志 P:表示累加器 A 中(当进行运算后,一般情况下 A 中是运算结果)的 8 位二进制数中 0 或 1 的个数的奇偶性。当 1 的个数为奇数时, $(P)=1$;1 的个数为偶数时, $(P)=0$ 。

例如 $(A)=03H=0000,0011(B)$ 时, $(P)=0$ 。

注意:P 是永远跟踪 A 的,所以即使不进行运算,或进行运算而结果不存进 A 里,P 也总是表征 A 中数据的奇偶性。

零标志 Z:表示累加器 A 中(当进行运算时,一般情况下 A 中是运算结果)的 8 位二进制数是否 8 位全 0。全 0 时 $(Z)=1$,否则 $(Z)=0$ 。

同样注意,Z 也是永远跟踪 A 的,即使没有进行运算或进行运算结果不存进 A 里,Z 也总是表征 A 中数据是否为 00H。

1.4 MCS—51 系列单片计算机硬件结构初步介绍

MCS—51 基本型单片计算机(8051/8751/8031)内部结构框图如图 1—3 所示。

51 系列基本型单片机是在一块芯片上集成了多达 6 万个器件,包括:

①8 位 CPU

②片内振荡器

③128 个字节用户 RAM,21 个字节专用寄存器(SFR)

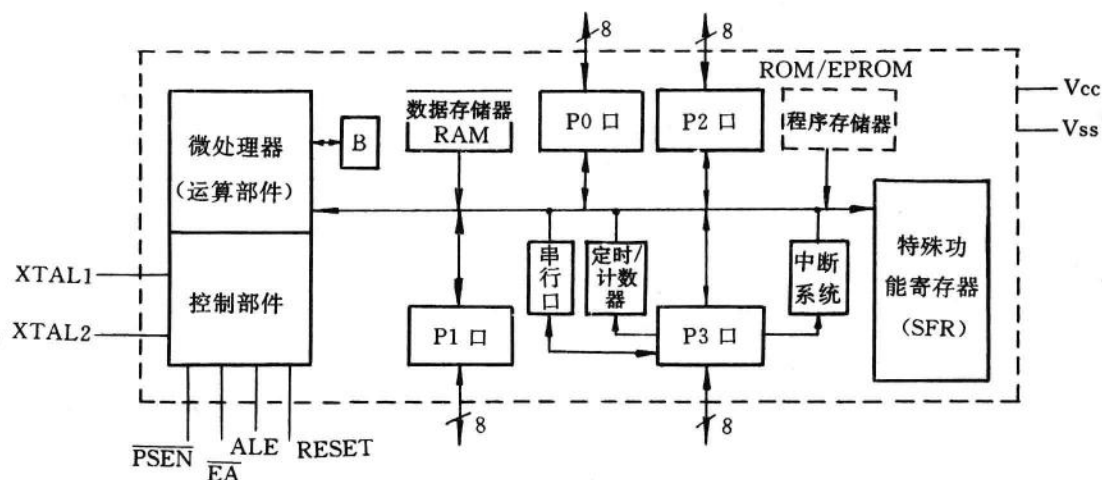


图 1—3 MCS—51 单片机内部结构框图

④ 4 个 8 位并行 I/O 口(P0、P1、P2、P3)

⑤ 1 个全双工串行 I/O 口

⑥ 2 个 16 位定时/计数器(T0、T1)

⑦ (8051 有)4K 字节 ROM/(8751 有)4K 字节 EPROM

与 8080、8085 系列 CPU 的外围接口芯片 8279、8155、8251、8255 等兼容。

1.4.1 程序存储器

51 系列单片机按内部 ROM 的不同配置分为三种型号：8051(片内 4K 掩膜式 ROM)；8751(片内 4K 光可擦 EPROM)；8031(片内无 ROM)。不论哪一个型号，都还可以通过 I/O 口外接多达 64K 字节的外部程序存储器。当外接程序存储器时，单片机通过 P2 口和 P0 口输出 16 位地址(所寻址的外部程序存储单元的地址)，使用 ALE 作为低 8 位地址的锁存信号。再由 P0 口读回指令代码。用 PSEN 作为外部程序存储器的读选通信号。

单片机内设有有一个程序计数器(PC)，它始终存着 CPU 将要读取的指令机器码的所在的地址。在单片机工作时，PC 自动连续加 1，这时程序是顺序执行的。如 PC 被改写而突变，则程序便产生了转移。因为单片机程序存储器寻址空间为 64K，需要 16 条地址线，所以 PC 是 16 位的($2^{16}=65536=64K$)。

1.4.2 数据存储器

单片机内共有 128 字节数据存储单元(地址为 00H~7FH)，供用户作 RAM 用。但值得注意的是，这 128 个单元中的前 32 个单元(00H~1FH)既可用地址来寻址作用户 RAM 用，也可用 R0~R7 被寻址作寄存器用。即这 32 个单元具有双重“身分”，(R0~R7 是单片机的 8 个通用寄存器)。它们被分成 4 组，任何时候都由其中一组作为当前工作寄存器。选择哪一组是由两个寄存器选择位 RS1、RS0 的内容来决定的。见表 1—3 所示。