

微计算机在实时控制 和处理中的应用

龚耀寰 编



成都电讯工程学院出版社

微计算机在实时控制 和处理中的应用

龚耀寰 编

成都电讯工程学院出版社

· 1985 ·

内 容 提 要

本书首先以八位机为中心叙述了微机的硬件和软件基础,并详细地讨论了十六位机8086。在此基础上,以深入浅出的文字介绍微机用于实时控制和处理时所必须的基础知识以及微机用于实时数据采集、自动控制、信号产生及信号处理(特别是用微机及高速硬件电路片实现谱分析)的原理和方法。对于每种应用均详细讨论了有代表意义的实例。本书专用一章叙述在高速控制、信号处理中已广泛采用的高速硬件乘法器和乘法累加器、信号处理机片、位片机以及新型高速微机TMS320系列。

本书可供从事微机应用工作的广大工程技术人员和大专院校师生参考。

微计算机在实时控制和处理中的应用

龚耀寰 编

成都电讯工程学院出版社出版

四川省乐山市印刷厂印刷

四川省新华书店发行

开本 787×1092 1/32 印张 12.875 字数 277 千字

1986年1月第一版 1986年1月第一次印刷

印数 1-7,000册

书号: 15452·1 定价: 2.70元

序 言

本书以硬件为中心,讨论微计算机的基础知识及其在实时控制和处理中的应用。本书亦可视为数字电路课程的一个发展。这是因为:一方面关于微机的软件或侧重软件的教材、书籍已相当多;另一方面,虽然在管理、低速控制领域直接应用微机已有相当多的应用系统,然而在高速实时控制和信号处理领域,直接用微机作系统部件(只编写软件)常常不合算或体积不允许。在这种情况下,最好是将微机电路片看成“智能电路片”,有效地设计出简单、体积小、重量轻、价格合理的应用系统。在进行这种系统的设计时,设计者必须既进行硬件设计又进行软件设计,而且硬件设计是需要首先解决的问题。

本书关于微机基础知识部分的叙述力求简明扼要,突出地址地图和接口技术。对16位机8086的叙述较详细,这是因为迄今为止系统讲述8086的文献不多,然而在通信、雷达等电子系统领域,8086是一种广泛应用的16位机。

本书介绍了不少应用实例,目的是使读者对具体的系统有较清楚的概念。对于每个具体的例子来说,由于当时具体条件的限制,它不可能是最佳的。读者应根据自己的实际情况予以修改。此外,每个具体系统均应用了一个特定的CPU品种。读者在了解其设计思想之后,不难根据实例设计出对应于自己所有的CPU品种的应用系统。

作者衷心欢迎读者对本书的缺点和错误提出批评。

龚耀寰

1985年8月

目 录

序言

第一章 微机的中央处理单元 (CPU) 和存储器

§ 1.1	概述	(1)
1.1.1	微机框图	(1)
1.1.2	数的表示法	(3)
1.1.3	封装、引线 and 符号约定	(6)
§ 1.2	CPU——中央处理单元	(6)
1.2.1	Z80CPU的组成	(6)
1.2.2	算术逻辑运算单元 (ALU) 及状态标志	(9)
1.2.3	指令译码、程序计数器 (PC) 及定时	(11)
1.2.4	Z80CPU 的寄存器	(13)
1.2.5	Z80CPU的引线	(15)
1.2.6	定时波形	(18)
§ 1.3	存储器	(24)
1.3.1	存储器的分类	(24)
1.3.2	ROM	(25)
1.3.3	RAM	(28)
§ 1.4	地址地图 (存储地图) 及译码器	(30)
1.4.1	地址地图	(30)
1.4.2	译码器	(32)

第二章 指令和汇编语言

§ 2.1	语言、指令组和寻址方式	(38)
2.1.1	微机的各种语言	(38)
2.1.2	指令组	(40)
2.1.3	寻址方式	(41)
§ 2.2	Z80的指令组	(45)
2.2.1	概述	(45)
2.2.2	数据传送指令	(46)
2.2.3	运算指令	(53)
2.2.4	程序控制指令	(59)
2.2.5	中断控制指令及其他指令	(61)
§ 2.3	Z80的汇编语言	(63)
2.3.1	Z80汇编语言程序的格式	(63)
2.3.2	伪指令	(65)
§ 2.4	简单的Z80汇编语言程序举例	(66)
2.4.1	求平方和及求最大值	(66)
2.4.2	8 × 8位无符号数的乘法	(70)
2.4.3	两个8位补码数比较	(72)
2.4.4	变二进制为ASCII码串	(74)
§ 2.5	研制微机系统的辅助工具	(75)
2.5.1	硬件	(76)
2.5.2	软件	(76)
2.5.3	开发系统	(77)

第三章 微机的输入/输出端口

§ 3.1	输入/输出端口概述	(78)
-------	-----------------	------

3.1.1	输入/输出端口的一般问题	(78)
3.1.2	查询、中断和DMA	(82)
§ 3.2	中断	(84)
3.2.1	中断的一般问题	(84)
3.2.2	寻找中断源	(87)
3.2.3	8259可编程中断控制器	(89)
§ 3.3	Z80的中断	(91)
3.3.1	可屏蔽中断请求和响应	(92)
3.3.2	不可屏蔽中断请求和响应	(94)
§ 3.4	直接存储器存取(DMA)	(96)
3.4.1	DMA 控制器	(96)
3.4.2	DMA 的工作过程	(99)
§ 3.5	可编程DMA控制器8257	(100)
3.5.1	8257的作用	(100)
3.5.2	8257的组成和引线	(101)
§ 3.6	串行输入端口	(105)
3.6.1	串行数据传送	(105)
3.6.2	一种USART电路片——8251	(109)
§ 3.7	一个简单的并行端口片——8212	(111)
§ 3.8	并行I/O 接口电路片Z80PIO	(114)
3.8.1	Z80 PIO的组成	(114)
3.8.2	Z80 PIO的引线	(117)
3.8.3	Z80 PIO的程序控制	(120)

第四章 十六位微机——Intel8086系统

§ 4.1	8086系列概述	(129)
§ 4.2	8086CPU的组成	(131)

4.2.1	8086 CPU 方框图	(131)
4.2.2	8086 CPU 寄存器	(133)
4.2.3	8086 CPU 管脚引线图及各引线的功能	(137)
4.2.4	8086 CPU 的总线周期	(142)
4.2.5	最小方式和最大方式	(144)
§ 4.3	8086系统的存储器	(145)
4.3.1	存储体的组织和分段结构	(145)
4.3.2	物理地址和逻辑地址	(147)
4.3.3	8086系统的堆栈	(148)
§ 4.4	8086系统的输入/输出、DMA和中断	(149)
4.4.1	8086系统的输入/输出和DMA	(149)
4.4.2	8086系统的中断优先级及中断指针表	(149)
4.4.3	8086 CPU 对中断的响应	(150)
§ 4.5	8086系统的汇编语言	(153)
4.5.1	8086系统的软件概述	(153)
4.5.2	ASM-86 汇编语言格式	(154)
4.5.3	ASM-86 的伪指令	(155)
4.5.4	ASM-86 的操作数	(160)
§ 4.6	8086的指令格式和寻址	(161)
4.6.1	8086的指令的组成特点	(161)
4.6.2	存储器的寻址和有效地址 (EA)	(168)
§ 4.7	8086的指令	(171)
4.7.1	数据传送指令	(171)
4.7.2	算术运算指令	(173)
4.7.3	逻辑运算指令和移位旋转指令	(177)
4.7.4	字符串处理指令	(179)
4.7.5	转移指令	(183)
4.7.6	处理器控制指令	(188)

4.7.7	输入/输出指令和中断指令	(189)
§ 4.8	ASM-86程序举例	(189)
4.8.1	用重复加法实现乘法(单段程序)	(190)
4.8.2	固定时延(循环回路)	(192)
4.8.3	计算字中1的个数(堆栈应用)	(193)
4.8.4	字符及字符串处理	(197)
4.8.5	中断处理	(199)

第五章 数据采集系统

§ 5.1	概 述	(205)
5.1.1	数据采集系统的组成	(205)
5.1.2	采样和量化	(206)
5.1.3	放大器的建立时间	(209)
5.1.4	精度、分辨率和灵敏度	(210)
§ 5.2	D/A变换器	(211)
5.2.1	D/A变换原理	(211)
5.2.2	DAC0832	(214)
§ 5.3	A/D 变换器	(217)
5.3.1	A/D变换原理	(217)
5.3.2	A/D变换器和数据存储区的连接	(219)
5.3.3	A/D变换器的参量	(220)
5.3.4	低速A/D变换器 ADC0816	(222)
5.3.5	中速和高速A/D变换器	(226)
§ 5.4	模拟多路开关和采样保持器	(231)
5.4.1	模拟多路开关	(231)
5.4.2	采样保持电路	(231)
§ 5.5	用微机对呼吸数据进行采样和处理	(233)
5.5.1	硬件	(234)

5.5.2	软件	(241)
5.5.3	数据采样系统的时间关系	(242)

第六章 微机控制系统

§ 6.1	基本概念	(247)
6.1.1	自动控制系统	(247)
6.1.2	数学模型	(249)
6.1.3	滤波	(253)
6.1.4	采样率和字长	(253)
§ 6.2	微机控制器的控制算法	(255)
6.2.1	微机控制器	(255)
6.2.2	双位控制器	(256)
6.2.3	PID控制器	(256)
6.2.4	PID控制器的参数选择	(259)
§ 6.3	采用步进马达的微机控制系统	(263)
§ 6.4	简单的微机抽水及液位控制系统	(266)
6.4.1	一个简单的开环抽水控制系统	(266)
6.4.2	采用双位控制的液位控制系统	(270)
§ 6.5	微机速度自动调节系统	(273)
6.5.1	硬件	(273)
6.5.2	软件	(276)
6.5.3	系统分析	(280)
§ 6.6	微机控制冷热水混合系统 (多变量控制系统 统举例)	(284)
6.6.1	系统框图和工作方式	(284)
6.6.2	控制算法及流程图	(286)
6.6.3	控制算法的汇编语言程序	(288)

第七章 数字信号处理机及高速功能电路片

§ 7.1	数字信号处理	(299)
§ 7.2	位片式微机	(301)
7.2.1	位片式机的特点	(301)
7.2.2	Am2900微机的组成	(302)
7.2.3	微程序及微程序控制单元	(302)
7.2.4	Am2910微程序控制器	(308)
7.2.5	Am2901算术逻辑单元	(309)
§ 7.3	单片信号处理机片 Intel2920	(313)
7.3.1	信号处理框图	(313)
7.3.2	2920 的组成	(313)
7.3.3	2920 的指令	(315)
§ 7.4	硬件乘法器及乘法累加器	(316)
7.4.1	TRW公司的硬件乘法器MPY系列	(316)
7.4.2	TRW公司的乘法累加器TDC系列	(320)
§ 7.5	Tl公司TMS320系列	(323)
7.5.1	概述	(323)
7.5.2	硬件结构	(324)
7.5.3	指令和寻址	(327)

第八章 微机信号产生及处理系统

§ 8.1	微机信号产生系统	(331)
8.1.1	微机产生数字波形	(331)
8.1.2	用直接编程产生模拟波形	(333)
8.1.3	微机的随机码产生器	(335)
8.1.4	用查表法产生任意波形	(338)
§ 8.2	电子系统部件的微机实现	(341)

8.2.1	微机数字滤波器	(341)
8.2.2	微机压控振荡器 (VCO)	(346)
8.2.3	微机调制器、混频器及检波器	(347)
8.2.4	数字锁相环	(348)
§ 8.3	微机频谱分析	(348)
8.3.1	频谱分析基础	(348)
8.3.2	微机FFT处理器概述	(352)
8.3.3	FFT算法	(353)
8.3.4	FFT微机程序流程图	(362)
8.3.5	用普通微机的FFT处理器及谱分析器	(364)
8.3.6	用位片机、乘法累加器和高速DSP微机的谱分析系统	(374)
§ 8.4	自适应雷达动目标滤波器	(380)
8.4.1	雷达动目标滤波器	(380)
8.4.2	硬件系统	(382)
8.4.3	软件简述	(389)
§ 8.5	其它微机信号处理应用实例	(391)
8.5.1	微机声成像系统	(391)
8.5.2	微机调制解调器 (MODEM)	(396)

参考文献

第一章 微机的中央处理单元 (CPU) 和存储器

§1.1 概 述

1.1.1 微机框图

自第一台电子计算机ENIAC于1946年在美国宾夕法尼亚大学投入使用以来,电子计算机得到了极为惊人的发展。然而,目前大多数计算机的组成结构仍然是所谓 Von Neumann 结构,如图1.1所示。其中,运算器完成算术逻辑运算。存储器存储程序和数据,且程序和数据均以二进制码的形式存储。输入/输出(I/O)端口负责计算机与外部设备的

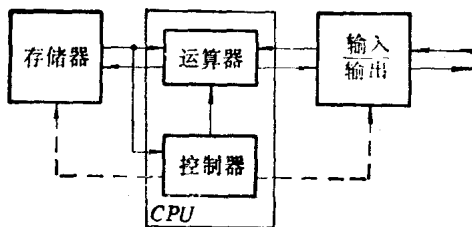


图1.1 计算机方框图

的联系。控制器负责对全机各个部件的控制。运算器和控制器一起称为中央处理单元，简称为CPU。通常所说的微处理器一般指的是用VLSI工艺制成的CPU片。CPU片又称MPU片。CPU片要和I/O端口电路、存储器一起才能组成完整的微型计算机。微型计算机简称微机，常用 μc 表示。现在已有不少单片微机。

对于微机来说，存储器可分为存储程序和固定常数的只读存储器（ROM）和存储数据的读与存储器（RAM），且一般均安排为总线结构，如图1.2所示。

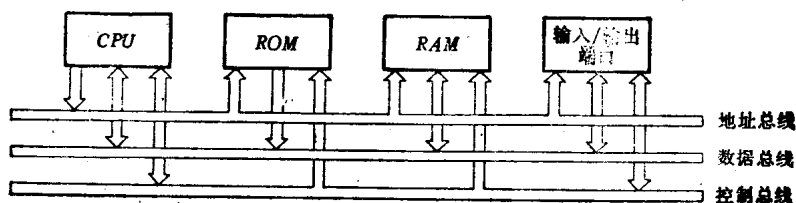


图1.2 微机的总线结构

总线

总线就是微机各部件之间的连线。微机的各电路片输出的信号采取时分方式统一在总线上传送到有关电路片。由于微机各电路片引线数目有限，因而总线的结构非常重要。

在各个电路片内部（比如在CPU内部），信号也是按总线传输的。电路片内部的总线称为内部总线。

总线可分为数据总线、地址总线和控制总线，如图1.2所示。

有的总线是单向传送的，有的总线是双向传送的。

三态电路

由于各电路片的相同性质的引线均通过总线连在一起，因而必须避免各电路片的输出级互相冲突。也就是说，在一个时刻只能有一个器件的输出级驱动总线，其它器件的输出级必须从总线断开。因而，各电路片的输出级均采用三态电路，即逻辑1、逻辑0、断开（或称浮动或高阻），如图1.3所示。在图中的三态电路有一个输入、一个输出和一个控制端。当控制端为1时，三态电路的输出等于输入；当控制端为0时，三态电路的输出为高阻。

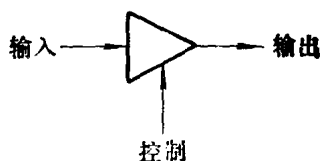


图1.3 三态电路

1.1.2 数表示法

微机经常用的进位制为二进制、十六进制和十进制。有时也用八进制和二-十进制（BCD）。表1.1列出了这几种进位制的关系。

常用脚标2或后接字母B表示二进制数，用脚标16或字母H表示十六进制数，其它进位制也有相应的表示。十六进制数表示法在微机中用得很多，因为仅将二进制数按4位分段即可得到十六进制数，而十六进制数写起来比二进制数简单多了。比如

表1.1 各种进位制比较

十进制	二进制	八进制	十六进制	二十进制 (BCD)
0	0000	0	0	0000
1	0001	1	1	0001
2	0010	2	2	0010
3	0011	3	3	0011
4	0100	4	4	0100
5	0101	5	5	0101
6	0110	6	6	0110
7	0111	7	7	0111
8	1000	10	8	1000
9	1001	11	9	1001
10	1010	12	A	00010000
11	1011	13	B	00010001
12	1100	14	C	00010010
13	1101	15	D	00010011
14	1110	16	E	00010100
15	1111	17	F	00010101
16	10000	20	10	00010110

$1101\ 1110\ 1000_2 = DE8_{16}$

有符号的数的表示法

有符号的二进码用原码、反码和补码表示。

二进制正数的原码、反码和补码相同并等于该二进制码。

负数二进制码的原码、反码和补码的表示法如下：原码——最高位为符号位且等于1，其余位为绝对值。反码——最高位为符号位且等于1，其余位由负数绝对值1变0、0变1得到。补码——反码再在最低位加1即得到补码。

因而，无论原码、反码和补码，最高位为 1 表示负数，最高位为 0 表示正数。

数 -0.1011101 的原码、反码和补码为：

数	-0.1011101
原码	1.1011101
反码	1.0100010
补码	1.0100011

微机应用时，对有符号的数通常均采用补码表示。

定点数和浮点数

上面举的例子中，符号由最高位表示，小数点固定在符号位和次高位之间，这就是定点表示法。有时定点数的小数点也可以固定在另外某两位之间。

有时也采用浮点表示法，即数的指数表示法。此时，数码分为两部分：尾数和阶。其小数点位置是变化的。

字符编码

采用规定方式对字符（数字符号 0、1、…、9；英文字母 A、B、…、Z、a、b…z 及其它字符）进行的编码称为字符编码。常用的有 ASCII 码和 EBCDIC 码。特别是 ASCII 码用得最多。

应用微机时，常常用到下列术语：

位 (BIT) —— 1 位二进制数码 1 或 0；

字节 (BYTE) —— 8 位二进制数码为 1 字节；

半字节 (NIBBLE) —— 4 位二进制数码为半字节；

字 (WORD) —— 作为运算单位的一定数目的二进制数码的组合叫做字。字中二进制数码的个数称为字长，微机中，通常认为字长为 16 位或两字节。