

清华大学计算机系列教材

微型计算机技术及应用

——微型机软件硬件
开发指南

戴梅萼 编著

TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER
TSINGHUA COMPUTER



清华大学出版社

清华大学出版社教材出版部

微型计算机技术应用

——微型机软件硬件 开发指南

周 明 著

本书以应用为目的，以开发指南为出发点，以应用开发为主线，以应用开发环境为平台，以应用开发工具为手段，以应用开发方法为内容，以应用开发案例为实例，以应用开发经验为总结，以应用开发成果为归宿，以应用开发过程为贯穿，以应用开发结果为最终目标，以应用开发过程为贯穿，以应用开发结果为最终目标。



清华大学出版社

TP36
DME/2

微型计算机技术及应用——
微型机软件硬件开发指南

戴梅萼 编著



清华大学出版社

032557

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

这本开发指南是和《微型计算机技术及应用》、《微型计算机技术及应用——习题与实验题集》配套使用的。书中展示了 32 个软件和硬件实验的程序,并给出了相应的流程、编程提示和注释。这些实验涉及键盘输入和显示、大小写字符转换、排序、文件读/写、目录显示、计算器/定时器设置、串行口通信、并行口通信、A/D 和 D/A 技术及中断技术、DMA 技术。本书可作为教师用实验指导书或高年级学生的参考书,也可作为科研人员的技术参考资料。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机技术及应用:微型机软硬件开发指南/戴梅萼编著. —北京:清华大学出版社,1996. 3

责任编辑 贾仲良

ISBN 7-302-02087-6

I. 微… I. 戴… III. 微型计算机-软件:硬件开发-指南 IV. TP39-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 02115 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

印刷者:北京国马印刷厂

发行者:新华书店总店北京科技发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:9 字数:207 千字

版 次:1996 年 3 月第 1 版 1996 年 3 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-02087-6/TP·972

印 数:00001—10000

定 价:8.00 元

前 言

微型计算机技术是一门最新科学和实际应用密切结合的科学技术。《微型计算机技术及应用》一书自 91 年 12 月出版并印刷九次以来,作者常常收到读者来信,这些来信除了探讨问题以外,还常常希望能对书中讲述的一些关键性技术提供更多的应用示范。

这类要求和愿望的确是一种推动性力量。来自美国的报道说,根据统计,在计算机软件开发过程中,从流程设计、程序编制到调试运行直至整个程序正确通过,一个有经验的程序员平均每天的程序完成量为 20—30 行,而遇到与关键性技术及硬件有关的编程,则效率将更低。由此想到,如果对微型计算机技术中一些最重要的部分给出行之有效的实例,对许多读者来讲,将可以大大缩短这段摸索和熟悉的时间。

具体说,比如要从磁盘上读取一个文件,或者写入一个文件,怎样用汇编语言程序来实现?对初学者来说,在没有指导的情况下,要编制并调通这两个程序,决非一朝一夕能完成。另外,将一个班级或一个年级的学生按成绩进行排队,这在每个学校的工作中都要用到。为解决这个问题,传统的方法是引入庞大的数据库管理系统。实际上,用汇编语言程序就可以很巧妙很简洁地解决。可是,如何编制这个程序呢?还有,编制计算机钢琴程序时,因为涉及乐理知识而常常被认为是一件颇为麻烦的事,初学者甚至可能不知所措。

像上面这些问题都可以在这本《微型机软硬件开发指南》中找到满意的答案。读者阅后可能会恍然大悟:原来并不很复杂呀!是的,只要手边有一台 PC 机,不论是何种档次的,你就可以自己马上动手试一试。不过,更重要的是能够由此举一反三,触类旁通。我愿每个读者都能成为程序开发和学以致用的高手和专家。

1991 年至 1992 年,笔者和清华大学计算机工厂的冯一兵等老师一起开发了“TPC-1 型十六位微机实验培训系统”,这样,涉及硬件的部分也可通过实验得以牢固掌握了。比如,怎样利用 8255A 并行端口来传输数据?又怎样利用 8251A 串行端口来传输数据?还有,在设计控制系统时,总要用到 A/D、D/A 转换,那么,怎样来组成这样一个系统并编制程序达到控制的目的呢?在我遇到的读者中,提出关于中断控制器和 DMA 控制器方面问题的使用者较多,这些读者在微型机技术开发中曾做过许多工作。他们想设计一块接口板或者一个子系统,以使用中断控制器或者 DMA 控制器来实现整个系统的关键功能。现在这些读者可以从这本开发指南中找到重要的解决思路,并受到不同程度的启迪。

在开发“TPC-1 型十六位微机实验培训系统”的过程中,除了和我一起负责研制系统的冯一兵老师外,还很感谢清华大学计算机系朱家维老师给予的关心以及清华大学计算机工厂的杨春武老师、汤弘寿老师在各方面给予的支持和帮助;在软件编制和调试过程中,我系计 8 张红斌和计 7 柳瑞恒同学协助做了不少具体工作。笔者在此表示最深切的谢意。

本书提供的程序都是用汇编语言编写的。和各种高级语言相比,汇编语言由于其程序精悍、高速、易于和硬件相接、并可嵌入大部分高级语言中而具有长久、独特的生命力。

戴梅萼

1995.12

• 1 •

目 录

一、软件部分

实验 1	两个多位十进制数相加的实验	3
实验 2	两个数相乘的实验	6
实验 3	BCD 码相乘的程序	8
实验 4	字符匹配程序	12
实验 5	字符串匹配程序	16
实验 6	从键盘输入数据并显示的程序	19
实验 7	字符和数据的显示程序	22
实验 8	响铃程序	26
实验 9	接收年、月、日信息并显示的程序	28
实验 10	将键盘输入的小写字母转换成大写字母的程序	32
实验 11	保留最长行输入字符的程序	35
实验 12	计算机钢琴的程序	38
实验 13	排序实验	41
实验 14	学生成绩名次表实验	46
实验 15	设置光标的实验	51
实验 16	建立窗口的实验	53
实验 17	计算 $N!$ 的实验	55
实验 18	写文件的实验	60
实验 19	读文件的实验	66
实验 20	显示目录的实验	70

二、硬件部分

实验 21	8253 计数器/定时器的实验	76
实验 22	8255A 并行口的实验(一)	79
实验 23	8255A 并行口的实验(二)	84
实验 24	8255A 并行口的实验(三)	89
实验 25	8251A 串行口的实验	92
实验 26	8259A 中断控制器实验	101
实验 27	D/A 实验	105
实验 28	A/D 实验	110
实验 29	RAM 实验	118
实验 30	DMA 实验	121
实验 31	LED 显示实验	125
实验 32	微机接口综合实验	130

一、软件部分

实验 1 两个多位十进制数相加的实验

一、实验目的

1. 学习数据传送和算术运算指令的用法。
2. 熟悉在 PC 机上建立、汇编、链接、调试和运行汇编语言程序的过程。

二、实验内容

将两个多位十进制数相加。要求加数和被加数均以 ASCII 码形式各自顺序存放在以 DATA1 和 DATA2 为首的 5 个内存单元中(低位在前),结果送回 DATA1 处。

三、程序框图

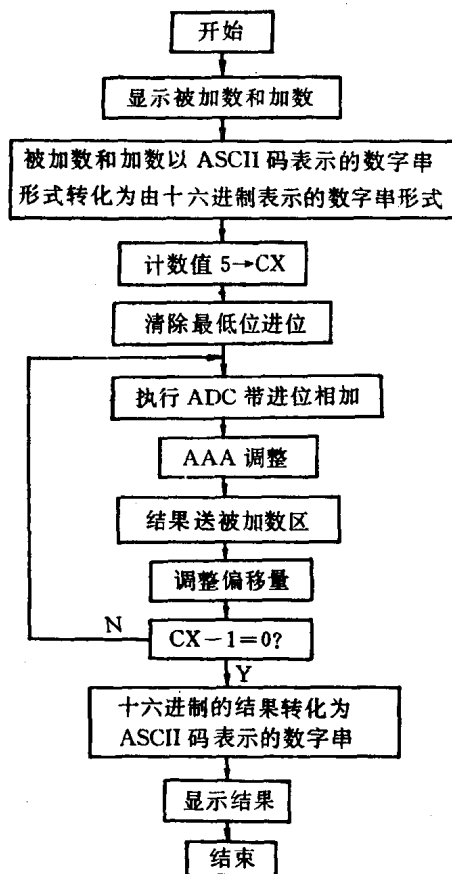


图 1 两个多位十进制数相加的流程图

四、程序清单

```

CRLF      MACRO                                ;建立宏指令 CRLF
            MOV        DL,0DH
            MOV        AH,02H
            INT        21H
            MOV        DL,0AH
            MOV        AH,02H
            INT        21H

ENDM

DATA      SEGMENT                                数据段
DATA1     DB  33H,39H,31H,37H,34H                ;第一个数据(作为加数)
DATA2     DB  36H,35H,30H,38H,32H                ;第二个数据(作为被加数)
DATA      ENDS

STACK     SEGMENT                                ;堆栈段
STA       DB          20 DUP (?)
TOP       EQU          LENGTH STA
STACK     ENDS

CODE      SEGMENT                                ;程序段
ASSUME    CS:CODE,DS:DATA,SS:STACK,ES:DATA
START:    MOV          AX,DATA
            MOV          DS,AX
            MOV          AX,STACK
            MOV          SS,AX
            MOV          AX,TOP
            MOV          SP,AX
            MOV          SI,OFFSET DATA2
            MOV          BX,05
            CALL         DISPL                    ;显示被加数
            CRLF
            MOV          SI,OFFSET DATA1
            MOV          BX,05
            CALL         DISPL                    ;显示加数
            CRLF
            MOV          DI,OFFSET DATA2
            CALL         ADDA                    ;加法运算
            MOV          SI,OFFSET DATA1
            MOV          BX,05                    ;显示结果
            CALL         DISPL
            CRLF
            MOV          AX,4C00H

```

	INT	21H	
DISPL	PROC	NEAR	,显示子程序
DS1:	MOV	AH,02	
	MOV	DL,[SI+BX-1]	,显示字符串中一字符
	INT	21H	
	DEC	BX	,修改偏移量
	JNZ	DS1	
	RET		
DISPL	ENDP		
ADDA	PROC	NEAR	
	MOV	DX,SI	
	MOV	BP,DI	
	MOV	BX,05	
AD1:	SUB	BYTE PTR [SI+BX-1],30H	
	SUB	BYTE PTR [DI+BX-1],30H	
	DEC	BX	,将 ASCII 码表示的数字串转化为十六进制的数字串
	JNZ	AD1	
	MOV	SI,DX	
	MOV	DI,BP	
	MOV	CX,05	,包括进位,共 5 位
	CLC		,清进位位
AD2:	MOV	AL,[SI]	
	MOV	BL,[DI]	
	ADC	AL,BL	,带进位相加
	AAA		,非组合 BCD 码的加法调整
	MOV	[SI],AL	,结果送加数区
	INC	SI	
	INC	DI	,指向下一位
	LOOP	AD2	,循环
	MOV	SI,DX	
	MOV	DI,BP	
	MOV	BX,05	
AD3:	ADD	BYTE PTR [SI+BX-1],30H	
	ADD	BYTE PTR [DI+BX-1],30H	
	DEC	BX	,十六进制的数字串转化为 ASCII 码表示的数字串
	JNZ	AD3	
	RET		
ADDA	ENDP		
CODE	ENDS		
END	START		

实验 2 两个数相乘的实验

一、实验目的

掌握乘法指令和循环指令的用法。

二、实验内容

实现十进制数的乘法。被乘数和乘数均以 ASCII 码形式存放在内存中,乘积在屏幕上显示出来。

三、程序框图

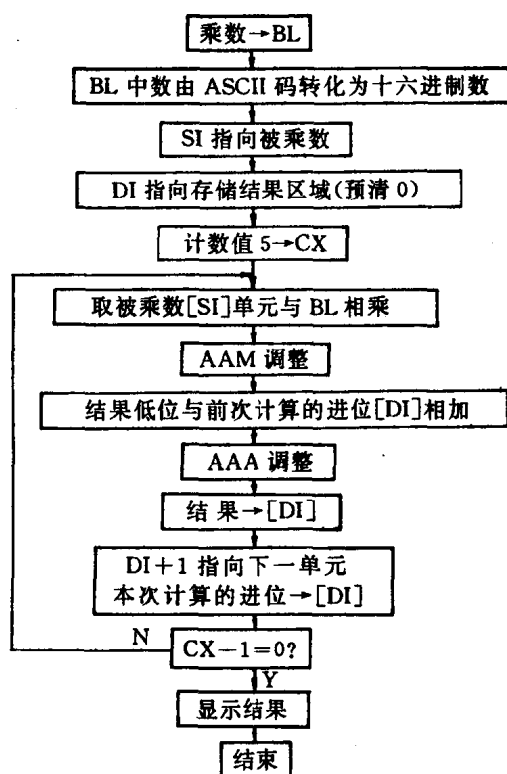


图 2 两个数相乘的流程图

四、程序清单

DATA	SEGMENT	
DATA1	DB	32H,39H,30H,35H,34H
DATA2	DB	33H
RESULT	DB	6 DUP (00H)

```

DATA      ENDS
STACK     SEGMENT
STA       DB      20 DUP (?)
TOP       EQU      LENGTH STA
STACK     ENDS
CODE      SEGMENT
ASSUME CS : CODE,DS : DATA,SS : STACK,ES : DATA
START:    MOV      AX,DATA
          MOV      DS,AX
          MOV      AX,STACK
          MOV      SS,AX
          MOV      AX,TOP
          MOV      SP,AX
          MOV      SI,OFFSET DATA2
          MOV      BL,[SI]          ;乘数 2→BL
          AND      BL,00001111B     ;屏蔽高 4 位,ASCII 码转化为十六进制数
          MOV      SI,OFFSET DATA1
          MOV      DI,OFFSET RESULT
          MOV      CX,05
LOOP1:    MOV      AL,[SI]
          AND      AL,00001111B     ;取被乘数,并将 ASCII 码变成十六进制数
          INC      SI              ;指向被乘数的下一字符单元
          MUL      BL              ;相乘
          AAM                      ;AAM 调整
          ADD      AL,[DI]          ;结果低位与前次计算的进位相加
          AAA                      ;AAA 调整
          MOV      [DI],AL
          INC      DI              ;结果送下一单元
          MOV      [DI],AH
          LOOP     LOOP1           ;计算结果进位送存储单元
          MOV      CX,06
          MOV      SI,OFFSET RESULT
DISPL:    MOV      AH,02
          MOV      DL,[SI]
          ADD      DL,30H
          INT      21H
          DEC      SI
          LOOP     DISPL           ;显示结果
          MOV      AX,4C00H
          INT      21H            ;结束
CODE      ENDS
END       START

```

实验 3 BCD 码相乘的程序

一、实验目的

掌握用组合的 BCD 码表示数据,并熟悉怎样实现组合 BCD 码乘法运算。

二、实验内容

实现 BCD 码的乘法。要求乘数 1 和乘数 2 以组合的 BCD 码形式存放,各占一个内存单元,乘积存放在另外两个内存单元中。

由于没有组合的 BCD 码乘法指令,程序中采用将乘数 1 作为计数器,累加另一个乘数的方法得到计算结果。

三、程序框图

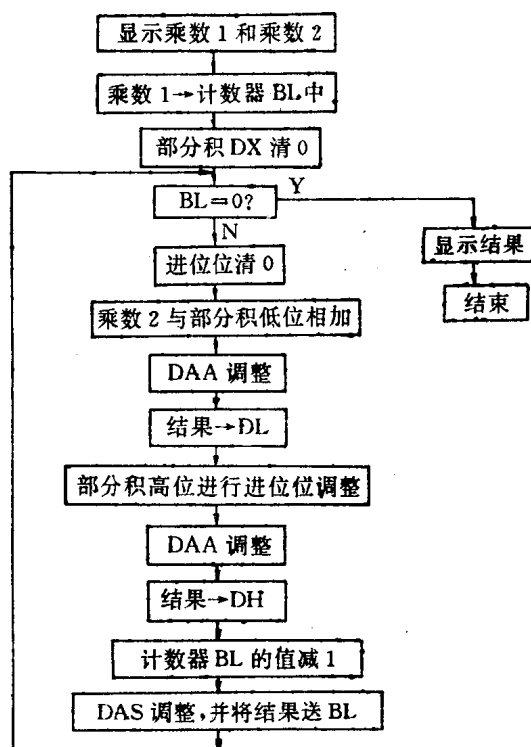


图 3 BCD 码相乘的流程图

四、程序清单

DISPL	MACRO		; 显示功能宏指令
	ADD	DL, 30H	
	MOV	AH, 02	

```

INT      21H
ENDM
CRLF     MACRO                                ;回车换行宏指令
MOV      DL,0DH
MOV      AH,02
INT      21H
MOV      DL,0AH
MOV      AH,02
INT      21H
ENDM
DATA     SEGMENT
DATA1    DB 01001000B,48H
DATA2    DB 01110101B,75H
RESULT   DW ?
DATA     ENDS
STACK    SEGMENT
STA      DB 20 DUP (?)
TOP      EQU LENGTH STA
STACK    ENDS
CODE     SEGMENT
ASSUME   CS:CODE,DS:DATA,SS:STACK,ES:DATA
START:   MOV     AX,DATA
MOV      DS,AX
MOV      AX,STACK
MOV      SS,AX
MOV      AX,TOP
MOV      SP,AX
MOV      DI,OFFSET RESULT ;指向结果存储区
MOV      SI,OFFSET DATA1 ;指向乘数1
MOV      AH,[SI]
MOV      CL,04
SHR      AH,CL ;显示乘数1高位字节
MOV      DL,AH
DISPL
MOV      AL,[SI]
MOV      BL,AL ;显示乘数1低位字节
AND      AL,00001111B
MOV      DL,AL
DISPL
CRLF
MOV      SI,OFFSET DATA2 ;指向乘数2

```

	MOV	AH,[SI]	
	MOV	CL,04	
	SHR	AH,CL	;显示乘数 2 高位字节
	MOV	DL,AH	
	DISPL		
	MOV	AL,[SI]	
	AND	AL,00001111B	
	MOV	DL,AL	;显示乘数 2 低位字节
	DISPL		
	CRLF		;回车换行
	XOR	DX,DX	;DX(部分积)清 0
S1:	CMP	BL,0	
	JZ	S2	;乘数 1 的值已减为 0 否?
	CLC		
	MOV	AL,[SI]	
	ADC	AL,DL	;乘数 2 加部分积低位
	DAA		;组合的 BCD 码调整
	MOV	DL,AL	;结果送部分积高位
	MOV	AL,00H	
	ADC	AL,DH	;往部分积高位送进位
	DAA		;组合 BCD 码调整
	MOV	DH,AL	;结果送部分积高位
	MOV	AL,BL	
	DEC	AL	;乘数 1 的值减 1
	DAS		;组合 BCD 码减法调整
	MOV	BL,AL	;结果送 BL
	JMP	S1	
S2:	MOV	RESULT,DX	;结果送存储单元
	MOV	SI,DX	
	MOV	CL,4	
	SHR	DH,CL	
	MOV	DL,DH	
	DISPL		;显示结果高 2 位
	MOV	DX,SI	
	AND	DH,00001111B	
	MOV	DL,DH	
	DISPL		
	MOV	DX,SI	
	MOV	CL,4	
	SHR	DL,CL	
	DISPL		;显示结果低 2 位
	MOV	DX,SI	

```

                AND        DL,00001111B
                DISPL
                CRLF        ;回车换行
S3:            MOV        AX,4C00H
                INT        21H        ;返回 DOS
CODE          ENDS
END            START

```