维普资讯 http://www.cqvip.com

初学者园地

手把手教你学单片机（十二）

〔套件供应〕

■周兴华

汇编语言的程序设计

单片机的体积小、价格便宜、控制功能强大，可广泛应用于各个领域。但单片机本身毕竟只是一片微控制器，用它组成应用系统，还需要一个研制过程，该过程称为对单片机进行“开发”。

单片机应用系统就是为某应用目的所设计的专门的用户系统。虽然单片机各应用系统功能和用途不尽相同，硬件结构和应用软件差异也很大，但是其研制方法和设计过程却大致相同。从用户提出的任务开始，以芯片为基础进行设计，最后构成一个实用系统，大致可分为以下几个阶段：

1.确定任务

单片机应用系统的研制过程是以确定系统的功能和技术指标开始的。首先要细致分析、研究实际问题，明确各项任务和要求。从考虑系统的先进性、可靠性、可维护性以及成本、经济效益出发，拟定出合理可行的技术性能指标。

2.总体设计

在对应用系统进行总体设计时，应根据应用系统提出的各项技术性能指标，拟定出性能/价格比最高的一套方案。首先应依据任务的繁杂程度、技术指标的要求来选择单片机机型，在机型选定之后，再选择系统中要用到的其它元器件。在总体方案设计过程中，必须对软件和硬件综合考虑。原则上能够由软件来完成的任务就尽可能用软件来实现，以降低硬件成本，简化硬件结构。同时还要求大致规定各接口电路的地址、软件的结构和功能、上下位机的通信协议、程序的驻留区域及工作缓冲区等。总体设计方案一旦确定下来，系统的大致规模及软件的基本框架就确定了。

3.硬件设计（电路设计）

硬件设计是指应用系统的电路设计，包括主机、控制电路、存储器、I/O接口、A/D和D/A转换电路等。硬件设计时应考虑留有充分余量，电路设计力求正确无误，因为系统调试中不易修改硬件结构。

4. 软件设计（程序设计）

要想使单片机完成某一具体的工作任务，必须按序执行一条条指令。这种按工作要求编排指令序列的过程称为程序设计。程序设计可采用汇编语言或高级语言来做，对初学者来说，为掌握单片机的硬件结构，一般可从汇编语言开始学，等以后熟悉了单片机的硬件结构后再用高级语言来做程序会觉得十分方便。

汇编语言程序设计步骤

使用汇编语言作为程序设计语言的编程步骤与高级语言编程步骤类似，但又略有差异。其程序设计步骤大致可分为以下几步：

1.熟悉与分析工作任务，明确其要求和要达到的工作目的、技术指标等。

2.确定解决问题的计算方法和工作步骤。

3.画程序状态工作流程图。

4.分配内存工作单元、确定程序与数据区存放地址。

5.按流程图编写源程序。

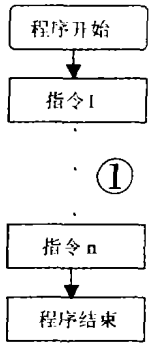
6.上机调试、修改及最后确定源程序。

在进行程序设计时，必须根据实际问题和所使用的单片机特点来确定算法，然后按照尽可能使程序简短和缩短运行时间两个原则编写程序。编程技巧需经大量实践后逐渐地加以提高。

下面我们介绍一些常用的程序设计方法。

一、顺序程序设计

顺序结构程序是一种最简单、最基本的程序，其特点是按程序编写的顺序依次执行，程序流向不变。顺序结构程序是所有复杂程序的基础及基本组成部分。图1为顺序结构程序的状态流程。



下面我们学习设计一个简单的顺序结构程序，让读者朋友从简单开始逐步掌握程序设计。

之前在《手把手教你学单片机（五）》讲座中，我们曾用移位指令设计了一个程序，使S1板P0口的输出为：一个发光二极管点亮右移循环，形成流水灯。这里我们使用顺序结构程序，同样完成在S1板P0口上的右移循环流水灯。

在我的文档中建立一个文件目录（S20），然后建立一个S20.uv2的工程项目，最后建立源程序文件（S20.asm）。

输入下面的程序：

```
序号:1          ORG 0000H
     2          LJMP MAIN
     3          ORG 030H
     4  MAIN:   CLR P0.7
     5          ACALL DEL
     6          SETB P0.7
     7          CLR P0.6
     8          ACALL DEL
     9          SETB P0.6
     10         CLR P0.5
     11         ACALL DEL
     12         SETB P0.5
     13         CLR P0.4
     14         ACALL DEL
     15         SETB P0.4
     16         CLR P0.3
     17         ACALL DEL
     18         SETB P0.3
     19         CLR P0.2
     20         ACALL DEL
     21         SETB P0.2
     22         CLR P0.1
     23         ACALL DEL
     24         SETB P0.1
     25         CLR P0.0
     26         ACALL DEL
     27         SETB P0.0
     28         AJMP MAIN
     29  DEL:   MOV R7,#0FFH
     30  DEL1:  MOV R6,#0FFH
     31  DEL2:  MOV R5,#01FH
     32  DEL3:  DJNZ R5,DEL3
     33         DJNZ R6,DEL2
     34         DJNZ R7,DEL1
```

维普资讯 http://www.cqvip.com


```
35          RET
36          END
```

编译通过后，将其烧录到89C51芯片中，将芯片插入到S1型LED输出试验板上，在S1实验板上通电运行后，P0口的输出状态为：一个发光管点亮并右移循环，形成流水灯。

我们对程序进行分析解释。

序号1(程序解释，以下同)：程序开始。
序号2：跳转到MAIN主程序处。
序号3：主程序MAIN从地址0030H开始。
序号4：P0.7置低电平，点亮对应的发光管。
序号5：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号6：P0.7置高电平，熄灭对应的发光管。
序号7：P0.6置低电平，点亮对应的发光管。
序号8：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号9：P0.6置高电平，熄灭对应的发光管。
序号10：P0.5置低电平，点亮对应的发光管。
序号11：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号12：P0.5置高电平，熄灭对应的发光管。
序号13：P0.4置低电平，点亮对应的发光管。
序号14：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号15：P0.4置高电平，熄灭对应的发光管。
序号16：P0.3置低电平，点亮对应的发光管。
序号17：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号18：P0.3置高电平，熄灭对应的发光管。
序号19：P0.2置低电平，点亮对应的发光管。
序号20：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号21：P0.2置高电平，熄灭对应的发光管。
序号22：P0.1置低电平，点亮对应的发光管。
序号23：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号24：P0.1置高电平，熄灭对应的发光管。
序号25：P0.0置低电平，点亮对应的发光管。
序号26：调用延时子程序，维持发光管点亮。
序号27：P0.0置高电平，熄灭对应的发光管。
序号28：跳转到标号MAIN处进行循环运行。
序号29~35：延时子程序。
序号36：程序结束。

二、循环程序设计

在程序设计中，有时要求对某一段程序重复执行多次，在这种情况下可用循环程序结构，有助于缩减程序长度。一个循环程序的结构由以下3部分组成：

1.循环初态。在循环开始时，往往需要设置循环过程工作单元的初始值，如工作单元初值、计数器初值等。

2.循环体。即要求重复执行的程序段部分，它用于完成主要的计算或操作任务。

3.循环控制部分。在循环程序中必须给出循环结束的条件，否则就成为死循环。循环控制就是根据循环结束条件，判断是否结束循环。

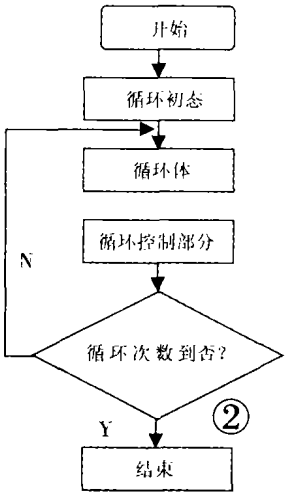


图2为循环结构程序的状态流程。

下面在S1板做一个实验，内部RAM从40H单元开始，有一个无符号数数据块，其长度存于30H单元，试求出数据块中最大的数，并存入35H单元，同时送P0口显示。

在我的文档中建立一个文件目录(S21)，然后建立一个S21.uv2的工程项目，最后建立源程序文件(S21.asm)。

输入下面的程序：

```
序号:1          LEN DATA 30H
     2          MAX DATA 35H
     3          BLOCK DATA 40H
     4          ORG 0000H
     5          LJMP MAIN
     6          ORG 030H
     7    MAIN: MOV LEN,#10
     8          MOV A,#100
     9          MOV R1,#BLOCK
     10   LOOP1: MOV @R1,A
     11         INC R1
     12         INC A
     13         DJNZ LEN,LOOP1
     14         MOV LEN,#15
     15         MOV A,#50
     16   LOOP2: MOV @R1,A
     17         INC R1
     18         INC A
     19         DJNZ LEN,LOOP2
     20         CLR A
     21         MOV LEN,#35
     22         MOV R2,LEN
     23         MOV R1,#BLOCK
     24   LOOP: CLR C
     25         SUBB A,@R1
     26         JNC NEXT1
     27         MOV A,@R1
     28         SJMP NEXT2
     29   NEXT1: ADD A,@R1
     30   NEXT2: INC R1
     31         DJNZ R2,LOOP
     32         MOV MAX,A
     33         MOV P1,MAX
     34         ACALL DEL
     35         SJMP $
     36   DEL:  MOV R7,#0FFH
     37   DEL1: MOV R6,#0FFH
     38   DEL2: MOV R5,#1FH
     39   DEL3: DJNZ R5,DEL3
     40         DJNZ R6,DEL2
     41         DJNZ R7,DEL1
     42         RET
     43         END
```

编译通过后，将其烧录到89C51芯片中，将芯片插入到S1型LED输出试验板上，在S1实验板上通电运行后，P1口的输出状态为：01101101，换算成10进制数为109。这个结果对不对呢？对程序进行分析便知。

我们对程序进行分析解释。

序号1(程序解释，以下同)：定义30H数据单元地址为LEN。
序号2：定义35H数据单元地址为MAX。
序号3：定义40H数据单元地址为BLOCK。
序号4：程序从地址0000H开始。
序号5：跳转到MAIN主程序处。
序号6：主程序MAIN从地址0030H开始。
序号7：向30H单元送立即数10，此为第一个数据块长度。
序号8：向累加器A中送立即数100。
序号9：向寄存器R1中送立即数40H。
序号10：将累加器A内容送40H单元中。
序号11：寄存器R1内容加1。
序号12：累加器A内容加1。
序号13：30H内容减1。若不为0转LOOP1；若为0向下执行。这样，即可将从100开始的10个立即数(100、101、102、103、104、105、106、107、108、109)送入从40H单元开始的数据块中。
序号14：再向30H单元送立即数15，此为第二个数据块长度。
序号15：向累加器A中送立即数50。
序号16：将累加器A中内容送入以R1内容为地址的单元，由于R1已加至50H，故第二个数据块首与第一个数据块尾连接在一起。
序号17：寄存器R1内容加1。
序号18：累加器A内容加1。
序号19：30H内容减1。若不为0转LOOP2；若为0向下执行。这样，即可将从50开始的15个立即数(50、51、52、53、54、55、56、57、58、59、60、61、62、63、64)送入从50H单元开始的数据块中。
序号20：向累加器A中送立即数00H。
序号21：按下来的动作是判别数据块中的最大数。由于两个数据块合在一起，总长度为35，故向30H单元送立即数35。
序号22：将立即数35转送至寄存器R2中。
序号23：R1中送入数据块首地址。

维普资讯 http://www.cqvip.com

序号24:清除进位位C。
序号25:将A中内容减以R1内容为地址的单元内容,结果存A中。
序号26:若C为0,说明A中内容大于等于以R1内容为地址的单元内容,程序转NEXT1;否则顺序执行。
序号27:将以R1内容为地址的单元内容送至累加器A中。
序号28:跳转至标号NEXT2处。
序号29:将减后结果与减数相加,恢复被减数并存入A中。
序号30:R1内容(即数据块地址)加1。
序号31:R2内容(即总的数据块长度)减1,若结果不为0,跳转至LOOP处循环执行;若为0,向下执行。序号24~31这段程序的意思是:将A中的数作为被减数(从0开始)与数据块中的数逐个相减,若A中内容大于等于数据块中减数,保留A中内容;若A中内容小于数据块中减数,则由减数取代A中内容。
序号32:将判别出的最大数送入MAX(35H)单元。
序号33:将最大数送P1口显示。
序号34:调用延时子程序,以便观察清楚。
序号35:动态停机。
序号36~42:延时子程序。
序号43:程序结束。

好了,这样我们分析清楚了,数据块中的最大数为109。单片机自己找出了数据块中的最大数。可能有的读者要问,这样一个找最大数的小程序有什么实用价值呢?现在我们已初步学会了一些简单程序的设计,但我们不会永远停留在这一阶段,将来设计的程序会更复杂,会用到许多数学运算及判断,而一个复杂程序大多由一系列的功能子程序组成,因此学习这类程序设计,就是在向提高自己的程序设计能力进军,是很有必要的。

我们在程序中经常调用的延时子程序也属于循环程序结构。延时的实现是靠执行一条条指令延时来实现的,因此编程使得某指令循环若干次,即可达到延时目的。延时子程序一般用以下指令来实现。

DJNZ Rn,rel

说明:Rn=Rn-1,Rn不等于0时,PC=PC+3+rel。Rn等于0时,PC=PC+3。

该指令的长度为3个字节,指令执行周期为两个机器周期,Rn为工作寄存器,当Rn-1不等于0时,程序执行该段循环延时程序。Rn-1等于0时,则执行下一条指令。工作寄存器Rn作为该指令循环次数指针。编程模式如下:

```
DELAYn:MOV  Rn,#datan
.....
DELAY6:MOV  R6,#data6
DELAY7:MOV  R7,#data7
DJNZ  R7,$
DJNZ  R6, DELAY7
.....
DJNZ  Rn, DELAYn+1
.....
```

附表

晶振频率(MHz)	12	6	4	3	2	1
机器周期(μS)	1	2	3	4	6	12

延时子程序的延时时间=R7xR6x……xRnx(2x机器周期),其中Rn为工作寄存器R1~R7,机器周期由单片机的晶振主频决定,附表为MCS-51单片机晶振频率与机器周期对照表。

下面在S1板做一个实验,把内部RAM中起始地址为20H的数据块传送至地址为80H的一区域,直到发现"$"字符的ASCII码(24H)为止。将"$"字符的ASCII码(24H)在P0口显示出。同时规定数据块最大长度为48个字节。

在我的文档中建立一个文件目录(S22),然后建立一个S22.uv2的工程项目,最后建立源程序文件(S22.asm)。

输入下面的程序:

```
序号:1          ORG 0000H
     2          LJMP MAIN
     3          ORG 030H
     4    MAIN: MOV R2,#48
     5          MOV R1,#00H
     6          MOV R0,#20H
     7   THERE: MOV A,R1
     8          MOV @R0,A
     9          INC R0
     10         INC R1
     11         DJNZ R2, THERE
     12         MOV R2,#48
     13         MOV R0,#20H
     14         MOV R1,#80H
     15   LOOP: MOV A,@R0
     16         CJNEA,#24H,LOOP2
     17         MOV P1,A
     18         ACALL DEL
     19         AJMP LOOP1
     20  LOOP2: MOV @R1,A
     21         MOV P0,A
     22         ACALL DEL
     23         INC R0
     24         INC R1
     25         DJNZ R2,LOOP
     26  LOOP1: SJMP $
     27   DEL:  MOV R7,#0FFH
     28  DEL1:  MOV R6,#0FFH
     29  DEL2:  MOV R5,#08H
     30  DEL3:  DJNZ R5,DEL3
     31         DJNZ R6,DEL2
     32         DJNZ R7,DEL1
     33         RET
     34         END
```

编译通过后,将其烧录到89C51芯片中,将芯片插入到S1型LED输出试验板上,在S1试验板上通电运行后,P0口从00H开始,每隔一秒钟刷新显示数据块中传送的内容。当显示23H后,传送停止。同时P1口显示"$"字符的ASCII码(24H)。

我们对程序进行分析解释。

序号1(程序解释,以下同):程序开始。
序号2:跳转到MAIN主程序处。
序号3:主程序MAIN从地址0030H开始。
序号4:向R2中送数48(即数据块长度)。
序号5:向寄存器R1中送数00H。
序号6:向寄存器R0中送数20H(源数据块首址)。
序号7:R1的内容送累加器A。
序号8:A中内容送以R0内容为地址的单元。
序号9:寄存器R0内容加1。
序号10:寄存器R1内容加1。
序号11:R2内容(数据块长度)减1,若不为0,跳转至THERE执行;若为0,顺序执行。序号4~11的作用是将00H~2FH立即数存入从20H单元开始的源数据块中,长度为48。
序号12:再向R2中送立即数48(即数据块长度)。
序号13:R0中存入立即数20H(源数据块首地址)。
序号14:R1中存入立即数80H(目标数据块首地址)。
序号15:源数据块内容送A。
序号16:判A中内容是否为24H?若不等,转至LOOP2;若相等,顺序执行。
序号17:A中内容送P1口显示。
序号18:调用延时子程序,以便观察清楚。
序号19:跳转至LOOP1。
序号20:A中内容送目标数据块中。
序号21:同时A中内容送P0显示。
序号22:调用延时子程序,以便观察清楚。
序号23:R0内容(源数据块地址)加1。
序号24:R1内容(目标数据块地址)加1。
序号25:R2内容(数据块长度)减1,若不为0,跳转至LOOP循环执行;若为0,顺序执行。序号12~25的作用是将20H单元开始的源数据块传送至80H单元开始的目标数据块中。长度为48。若数据块中内容不为24H,传送进行,同时送P0口显示;若数据块中内容等于24H,传送停止,同时将24H送P1口显示
序号26:动态停机。
序号27~33:延时子程序。

维普资讯 http://www.cqvip.com

序号34:程序结束。

这段程序也是相当有用的,例如我们要将一个数据块的部分内容读出时,可以设一个标志(如24H),一旦程序运行到标志时,数据读出即结束。

三、子程序设计及调用、返回

当程序中出现多次执行同一程序段的时候,就可以把多次执行的程序段编成子程序,在需要的时候可以被其它程序多次调用,这就是所谓的子程序结构。子程序结构减少了主程序的长度,使程序的层次结构更加清楚。使用子程序的过程,称为调用子程序。子程序执行完后返回主程序的过程称为子程序返回。

子程序的结构特点

子程序是一种具有某种功能的程序段,其资源需要为所有调用程序共享,因此,子程序在功能上应具有通用性,在结构上应具有独立性。它在结构上与一般程序的主要区别是在子程序末尾有一条子程序返回指令(RET),其功能是执行完子程序后通过将堆栈内的断点地址弹出至PC返回到主程序中去。

编写子程序时的注意要点:

1. 给每个子程序赋一个名字,即入口地址的标号。

2.为了能正确地传递参数。要有入口条件,说明进入子程序时它所要处理的数据如何得到(例如,是把它放在ACC中还是放在某工作寄存器中等)。另外,要有出口条件,即处理的结果是如何存放的。

3.注意保护现场和恢复现场。在执行子程序时,可能要使用累加器或某些工作寄存器。而在调用子程序之前,这些寄存器中可能存放有主程序的中间结果,这些中间结果是不允许被破坏的。因而,在子程序使用累加器和这些工作寄存器之前,要将其中的内容保存起来,即保护现场。当子程序执行完,即将返回主程序之前,再将这些内容取出,送回到累加器或原来的工作寄存器中,这一过程称为恢复现场。保护和恢复现场通常用堆栈来进行。对于需要保护现场的情况,编写子程序时要在子程序的开始使用压栈指令,把需要保护的寄存器内容压入堆栈。当子程序执行完,在返回指令前使用弹出指令,把堆栈中保护的内容弹出到原来的寄存器.这样即恢复了现场。

4.为了使子程序具有一定的通用性,子程序中的操作对象应尽量用地址或寄存器形式,而不用立即数形式。另外,子程序中如含有转移指令,应尽量用相对转移指令,以便它不管放在内存的哪个区域,都能正确执行。

子程序的调用与返回

主程序调用子程序是通过子程序调用指令LCALL add16和ACALL add11来实现的。LCALL add16称为长调用指令,指令的操作数给出16位的子程序首地址;ACALL add11称为绝对调用指令,它的操作数提供子程序的低11位入口地位,此地址与程序计数器PC的高5位并在一起,构成16位的转移地址(即子程序入口地址)。子程序调用指令的功能是将PC中的内容(调用指令的下一条指令地址称断点)压入堆栈(即保护断点),然后将调用地址送入PC,使程序转向子程序的入口地址。

子程序的返回是通过返回指令RET实现的。RET指令的功能是将堆栈中存放的返回地址(即断点)弹出堆栈,送回到PC去,使程序继续从断点处执行。

子程序嵌套

子程序嵌套(或称多重转子)是指,在子程序执行过程中还可以调用另一个子程序。子程序嵌套的次数从理论上说是无限的,但实际上,由于受堆栈深度的限制,嵌套次数是有限的。

下面在S1板做一个实验,采用上一个实验的延时子程序,让P0口的8个LED闪烁20次。

在我的文档中建立一个文件目录(S23),然后建立一个S23.uv2的工程项目,最后建立源程序文件(S23.asm)。

输入下面的程序:

```
序号:1          ORG 0000H
     2          LJMP MAIN
     3          ORG 030H
     4   MAIN:  MOV R0,#0
     5          MOV A,#0FFH
     6   LOOP:  CPL A
     7          MOV P0,A
     8          ACALL DEL
     9          CJNE R0,#40,LOOP
     10         SJMP $
     11  DEL:   MOV R7,#0FFH
     12  DEL1:  MOV R6,#0FFH
     13  DEL2:  MOV R5,#08H
     14  DEL3:  DJNZ R5,DEL3
     15         DJNZ R6,DEL2
     16         DJNZ R7,DEL1
     17         INC R0
     18         RET
     19         END
```

编译通过后,将其烧录到89C51芯片中,将芯片插入到S1型LED输出试验板上,在S1实验板上通电运行后,P0口的输出状态为:8个发光二极管点亮/熄灭,共重复20次。

我们对程序进行分析解释。

序号1(程序解释,以下同):程序开始。

序号2:跳转到MAIN主程序处。

序号3:主程序MAIN从地址0030H开始。

序号4:将寄存器R0清零,这也是子程序调用时的入口条件。

序号5:向累加器A送数FFH(二进制为11111111)。

序号6:累加器A内容取反(二进制为00000000)。

序号7:将A中内容送P0口,点亮或熄灭发光管(低电平点亮,高电平熄灭)。

序号8:调用延时子程序,以便观察清楚。

序号9:判R0内容是否等于十进制数40。若不等,跳转至LOOP;若相等,向下执行。

序号10:动态停机(原地踏步)。

序号11~18:延时子程序。其中序号17的指令作用为,每调用一次子程序,R0的内容加1。由于本子程序只要求调用40次,因此有入口条件(R0=#0),但不需出口条件。并且也不要求对现场进行保护和恢复。

序号19:程序结束。

配文优惠邮购(每次邮费保价费12元):Keil 51 Windows集成开发环境(已汉化光盘,邮购代号:K1):46元。TOP851多功能编程器(邮购代号:B1):400元。LED输出试验板(邮购代号:S1):90元。LED数码管输出试验板(邮购代号:S2):140元。5V高稳定专用稳压电源(邮购代号:D1):35元。。邮购时只需在附言栏中写明邮购代号及数量并附上联系电话即可。

邮购地址:201103 上海市闵行区莲花路2151弄57号201室

联系人:吕超亚

电话:021-64066571 13044152947

技术支持E-mail:zxh2151@sohu.com ◀