# Assignment 3 SUM

## 计算 1~100 的累加和

### 汇编代码

程序执行结果：


汇编代码如下：

```
.MODEL SMALL              ; 采用小内存模型
.STACK 100h               ; 分配256字节堆栈空间

.DATA
    SumResult DB ?        ; 存储1-100的累加和（低8位）
    OutputResult DB ?     ; 预留输出变量（未使用）

.CODE
START:
    MOV AX, @DATA         ; 获取数据段地址（为初始化DS做准备）
    MOV DS, AX            ; 初始化数据段寄存器，使程序能访问数据段
    MOV CX, 100           ; 循环计数器设为100（控制累加范围1-100）
    MOV AX, 0             ; 累加器清零，准备存储总和

SumLoop:
    ADD AX, CX            ; 累加当前CX的值（实现1+2+...+100）
    LOOP SumLoop          ; CX自动减1，非0则继续循环，直到CX=0
    MOV SumResult, AL     ; 保存累加结果的低8位
    PUSH AX               ; 将完整结果（AX=5050）压栈暂存

    MOV CX, 10            ; 十进制基数，用于后续取位
    MOV BX, 10000         ; 从万位开始解析数字（除数初始值）

PrintLoop:
    XOR DX, DX
    MOV AX, BX
    DIV CX                ; 计算下一位除数（如10000→1000）
    CMP AX, 0             ; 若除数为0，说明所有位已处理完
    JL ExitProgram
    JE ExitProgram
    MOV BX, AX            ; 更新除数为下一位（如千位、百位等）

    XOR DX, DX
    POP AX                ; 恢复累加结果到AX
    DIV BX                ; 取出当前位的数字（商存AL）
    PUSH DX               ; 余数入栈，作为下次计算的被除数
```

```
    ADD AL, 30H           ; 数字转ASCII码（如5→'5'）
    MOV DL, AL
    MOV AH, 2             ; DOS功能号：字符输出
    INT 21H               ; 调用中断显示当前位
    JMP PrintLoop         ; 继续处理下一位

ExitProgram:
    MOV AH, 4CH           ; DOS功能号：程序退出
    INT 21H               ; 结束程序
END START                 ; 程序入口为START
```

在编写本次汇编程序时，我对寄存器、数据段和栈的用法有了更深入的认识。

程序中，我将 CX 初始化为 100，通过 AX 寄存器存储累加结果来实现快速计算。由于寄存器位于 CPU 内部，像加法这类简单操作依赖它能显著提升速度，因此中间计算结果暂存在 AX 中，便于循环中快速更新总和。

但寄存器空间有限，需要保存结果或进行复杂数据管理时，数据段便发挥作用。我将最终求和结果存入数据段的`SumResult`变量，通过设置 DS 寄存器指向数据段，能轻松将 AX 中的值写入内存，确保程序可随时访问和操作这些数据。

栈的使用同样关键。输出部分，我利用栈的先进后出特性管理寄存器和中间结果。比如输出前需保存 AX 的值时，用`PUSH AX`压入栈，后续再通过`POP AX`恢复，保证了数据一致性，让多步骤处理中能灵活管理寄存器内容，避免关键数据丢失。

综上，我明确了三者的分工：寄存器用于高效运算，数据段存储较大或需持久化的数据，栈则负责程序运行中的状态保存与恢复。合理运用这些机制，能大幅提升汇编程序的效率与灵活性。

## 通过 C 语言实现并查看反汇编代码

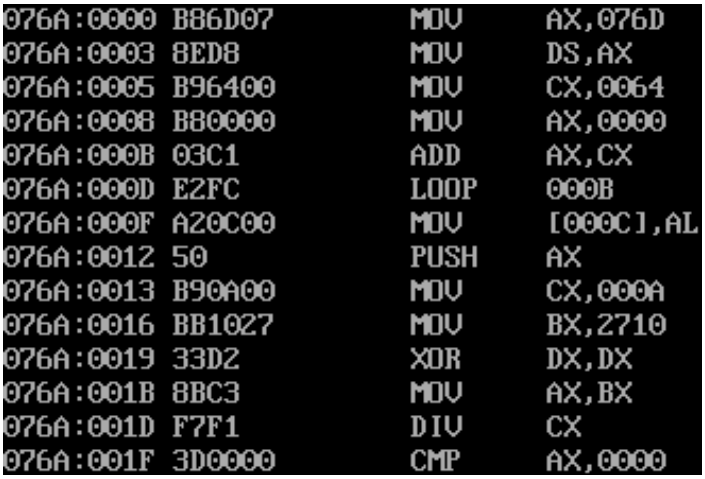
C 语言代码：

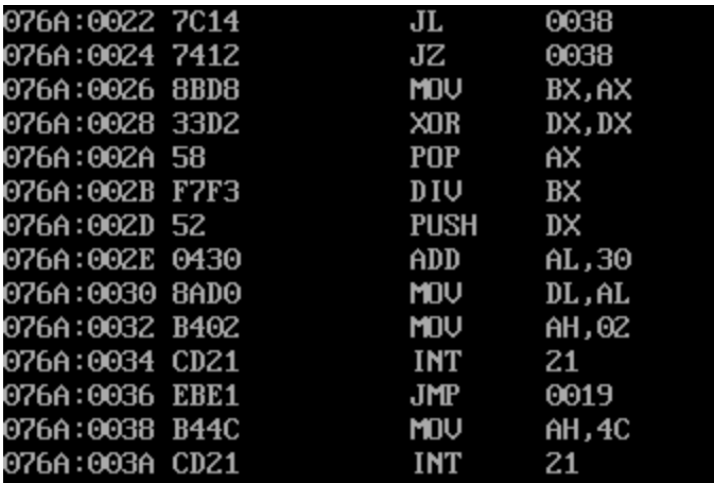
```c
#include <stdio.h>

int main() {
    int sum = 0;
    for (int i = 1; i <= 100; i++) {
        sum += i;
    }
    printf("%d\n", sum);

    return 0;
}
```

反汇编代码：



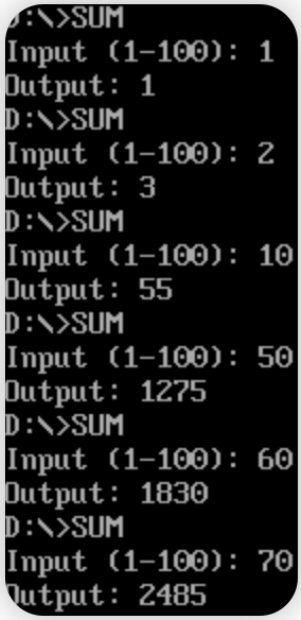

解释如下：

```
076A:0000 B86D07      MOV AX,076D        ; 将数据段地址076D加载至AX寄存器，用于初始化数据段
076A:0003 8ED8        MOV DS,AX          ; 将AX中的段地址传送到DS寄存器，建立数据段访问
076A:0005 B96400      MOV CX,0064        ; 设置循环计数器CX为100（十六进制64），控制累加次数
076A:0008 B80000      MOV AX,0000        ; 清零AX寄存器，作为累加器的初始值
076A:000B 03C1        ADD AX,CX          ; 执行累加操作：AX = AX + CX（从100递减累加）
076A:000D E2FC        LOOP 000B          ; 循环控制：CX减1后若不为零则返回000B继续累加
076A:000F A20000      MOV [0000],AL      ; 将累加结果的低字节存储到数据段偏移地址0000处
076A:0012 50          PUSH AX            ; 将完整的累加结果（5050）压入堆栈保存
076A:0013 B90A00      MOV CX,000A        ; 设置基数为10（十六进制0A），用于十进制位分解
076A:0016 BB1027      MOV BX,2710        ; 初始化除数为10000（十六进制2710），从最高位开始处理
076A:0019 33D2        XOR DX,DX          ; 清零DX寄存器，为32位除法做准备（DX:AX作为被除数）
076A:001B F7F3        DIV BX             ; 执行DX:AX除以BX的运算，商在AX，余数在DX
076A:001D 8BC3        MOV AX,BX          ; 将当前除数转移到AX寄存器
076A:001F F7F1        DIV CX             ; 将除数除以10得到下一位的权值（如10000→1000）
076A:0022 7C14        JL 0038            ; 若结果为负则跳转至程序结束（异常处理）
076A:0024 7412        JZ 0038            ; 若商为零则跳转至程序结束（所有位数处理完毕）
076A:0026 8BD8        MOV BX,AX          ; 更新除数为新的位权值（如1000）
076A:0028 33D2        XOR DX,DX          ; 再次清零DX为下一次除法做准备
076A:002A 58          POP AX             ; 从堆栈恢复累加结果到AX寄存器
076A:002B F7F3        DIV BX             ; 用当前位权值分解出当前位的数字
076A:002D 52          PUSH DX            ; 将余数压栈保存，用于下一位的计算
076A:002E 0430        ADD AL,30          ; 将数字（0-9）转换为对应的ASCII字符
076A:0030 BA0200      MOV DX,0002        ; 设置DOS功能参数（应为字符输出准备）
076A:0033 CD21        INT 21H            ; 调用DOS中断21H显示当前数字字符
```

# 计算累加和

## 汇编代码

程序执行结果：




汇编代码如下：

```
.MODEL SMALL                            ; 小内存模型（代码+数据≤64KB，适用于DOS小程序）
.STACK 100h                             ; 分配256字节堆栈空间，存临时数据和返回地址

.DATA
    prompt_msg  DB 'Input (1-100): $'   ; 输入提示串，以'$'结尾（符合DOS 09h输出格式）
    sum_msg     DB 'Output: $'          ; 结果提示串，以'$'结尾
    number      DW ?                    ; 存用户输入的1-100整数
    sum         DW 0                    ; 存1到输入数的累加和，初始为0

.CODE
START:
    MOV AX, @DATA                       ; 取数据段地址到AX（DS不可直接赋值）
    MOV DS, AX                          ; 初始化DS，使程序能访问数据段变量
    MOV ES, AX                          ; 初始化ES，与DS同段（备用）
    LEA DX, prompt_msg                  ; 加载提示串地址到DX（DOS 09h要求地址在DX）
    MOV AH, 09h                         ; DOS功能号09h：输出'$'结尾字符串
    INT 21h                             ; 调用中断，显示输入提示
    XOR CX, CX                          ; 清空CX，作为输入数字的累加寄存器

READ_INPUT:                              ; 读取键盘输入，转成十进制整数
    MOV AH, 01h                         ; DOS功能号01h：读单个字符（带回显）
    INT 21h                             ; 读取字符ASCII码存入AL
    CMP AL, 0Dh                         ; 判断是否按回车键（ASCII 0Dh）
    JE  CALCULATE_SUM                   ; 是则跳至求和
```

```
    SUB AL, '0'                          ; 字符转数字（如'5'→5）
    MOV BL, AL                           ; 数字暂存BL
    MOV AX, CX                           ; 已存数字载入AX
    MOV CX, 10                           ; CX设为10（处理高位）
    MUL CX                               ; AX = AX*10（如1→10，准备拼下一位）
    ADD AX, BX                           ; 拼接当前数字（如10+2=12）
    MOV CX, AX                           ; 结果存回CX，继续累加
    JMP READ_INPUT                       ; 循环读下一个字符

CALCULATE_SUM:                           ; 计算1到输入数的累加和
    MOV AX, CX                           ; 输入数载入AX
    MOV number, AX                       ; 存入number变量
    MOV CX, AX                           ; 输入数作为循环计数器
    MOV BX, 1                            ; 累加起始值设为1
    XOR AX, AX                           ; 清空AX，作为累加器

SUM_LOOP:                                ; 累加循环（1+2+...+输入数）
    ADD AX, BX                           ; AX += BX（累加当前值）
    INC BX                               ; BX自增1（下一个累加值）
    LOOP SUM_LOOP                        ; CX自减1，非0则继续循环
    MOV sum, AX                          ; 结果存入sum变量
    LEA DX, sum_msg                      ; 加载结果提示串地址到DX
    MOV AH, 09h                          ; DOS功能号09h：输出提示串
    INT 21h                              ; 显示"Output: "
    MOV AX, sum                          ; 结果载入AX（作为子程序参数）
    CALL PRINT_DECIMAL                   ; 调用子程序，十进制输出结果
    MOV AH, 4Ch                          ; DOS功能号4Ch：终止程序
    INT 21h                              ; 结束程序

PRINT_DECIMAL PROC                       ; 子程序：AX中整数转十进制并输出
    PUSH AX BX CX DX                     ; 保存寄存器现场（避免影响主程序）
    XOR CX, CX                           ; 清空CX，作为位数计数器
    MOV BX, 10                           ; BX=10（十进制基数，用于取位）

CONVERT_LOOP:                            ; 数字转十进制（逆序存栈）
    XOR DX, DX                           ; 清空DX（除法需DX:AX为被除数）
    DIV BX                               ; AX÷10，商存AX，余数（当前位）存DX
    PUSH DX                              ; 余数压栈（栈特性实现正序输出）
    INC CX                               ; 位数计数+1
    CMP AX, 0                            ; 商是否为0（是否取完所有位）
    JNE CONVERT_LOOP                     ; 非0则继续取位

PRINT_LOOP:                              ; 从栈取数，转ASCII并输出
    POP DX                               ; 弹出一位数字（DL存数）
    ADD DL, '0'                          ; 数字转ASCII（如5→'5'）
    MOV AH, 02h                          ; DOS功能号02h：输出单个字符
    INT 21h                              ; 显示当前位
    LOOP PRINT_LOOP                      ; 循环输出所有位
    POP DX CX BX AX                      ; 恢复寄存器现场
    RET                                  ; 子程序返回主程序

PRINT_DECIMAL ENDP                       ; 子程序结束
```

```
END START                                ; 程序入口为START
```

汇编程序缺乏高级语言的库函数支持，输入输出操作需依赖底层系统调用，而 DOS 系统中，**中断 21h**是处理这类操作的核心工具。

在字符输入方面，通过为中断 21h 设置不同功能号可实现多样操作。例如，使用功能号 01h 能读取单个字符输入，并将其存入寄存器以便后续处理。这种直接操控硬件的方式，让我对计算机的输入机制有了更深入的理解。

输出操作的实现同样依赖中断 21h，这让我学会了如何精确控制字符在屏幕的显示。程序中，我用功能号 09h 输出以`$`结尾的字符串。相较于现代编程语言的`print`或`console.log`，这种方式更底层，能清晰看到数据从内存传输到显示设备的全过程。此外，使用功能号 02h 可将单个字符从寄存器取出并显示，这让我对字符编码与 ASCII 码的转换建立了更直观的认知。

最重要的是，这些中断调用让我明白，汇编中的所有操作都需手动控制。每一次中断调用、每一次寄存器使用，都会直接决定程序的运行方式。这种学习不仅帮助我理解计算机底层工作原理，还锻炼了逻辑思维与程序设计能力。通过中断实现输入输出，既让我体验到与硬件的直接交互，也让我对程序执行流程有了更细致的把握。

## 通过 C 语言实现并查看反汇编代码

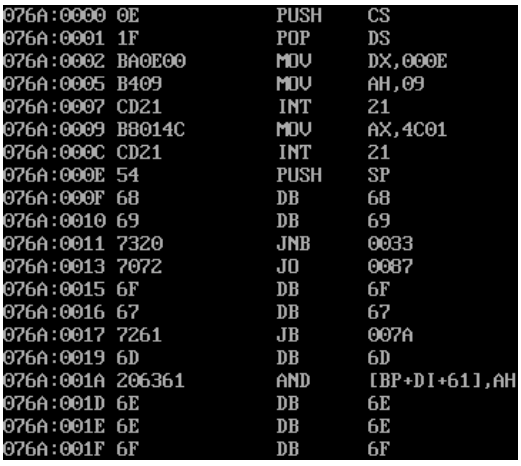
C 语言代码：

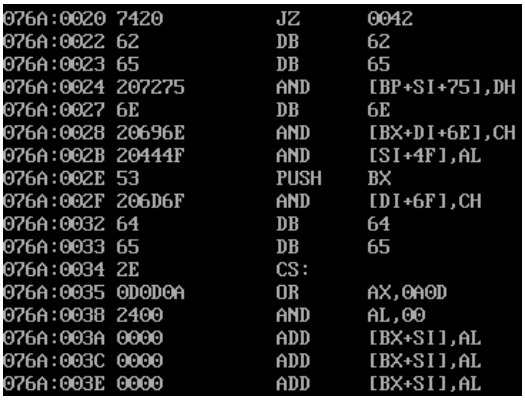
```c
#include <stdio.h>

int main() {
    int sum = 0;
    int n = 0;
    printf("Input (1-100): ");
    scanf("%d", &n);
    for (int i = 1; i <= n; i++) {
        sum += i;
    }
    printf("Output: %d\n", sum);

    return 0;
}
```

反汇编代码：






解释如下：

```
076A:0000 B86D07 MOV AX,076D ; 将程序数据段的段地址076D加载到AX寄存器，为后续数据段初始化做准备
076A:0003 8ED8 MOV DS,AX ; 将AX中的段地址传送到数据段寄存器DS，建立数据段的寻址能力
076A:0005 B96400 MOV CX,0064 ; 设置循环计数器CX为100（十六进制64），控制从100到1的递减循环
076A:0008 B80000 MOV AX,0000 ; 清零AX寄存器，作为累加结果的初始值
076A:000B 03C1 ADD AX,CX ; 将CX的当前值累加到AX中，实现1到100的求和计算
076A:000D E2FC LOOP 000B ; 循环控制：CX减1后若不为零则跳回000B继续累加
076A:000F A20000 MOV [0000],AL ; 将累加结果的低8位存储到数据段偏移地址0000处
076A:0012 50 PUSH AX ; 将完整的累加结果（5050）压入堆栈保存
076A:0013 B90A00 MOV CX,000A ; 设置基数为10（十六进制0A），用于后续的十进制位分解
076A:0016 BB1027 MOV BX,2710 ; 初始化除数为10000（十六进制2710），从最高位开始处理
076A:0019 33D2 XOR DX,DX ; 清零DX寄存器，为32位除法做准备
076A:001B F7F3 DIV BX ; 执行DX:AX除以BX的除法运算，商在AX，余数在DX
076A:001D 8BC3 MOV AX,BX ; 将当前除数转移到AX寄存器
076A:001F F7F1 DIV CX ; 将除数除以10得到下一位的除数（如10000→1000）
076A:0022 7C14 JL 0038 ; 若结果为负则跳转到结束处理（实际不会触发）
076A:0024 7412 JZ 0038 ; 若除数为零则跳转到结束处理
076A:0026 8BD8 MOV BX,AX ; 更新除数为新的位权值
076A:0028 33D2 XOR DX,DX ; 再次清零DX为下一次除法做准备
076A:002A 58 POP AX ; 从堆栈恢复累加结果到AX寄存器
076A:002B F7F3 DIV BX ; 用当前位权值分解出当前位的数字
076A:002D 52 PUSH DX ; 将余数压栈保存，用于下一位的计算
076A:002E 0430 ADD AL,30 ; 将数字转换为对应的ASCII字符
076A:0030 BA0200 MOV DX,0002 ; 设置DOS功能参数（此处应为字符输出准备）
076A:0033 CD21 INT 21H ; 调用DOS中断显示当前数字字符
```