

座位号：

试题

一、分析计算题（18 分）：

1、假设某 32 位宿主机上，用 C 语言函数实现了两个数据的比较，程序如下：

```
int LessThan(int X, int Y) {  
    if (X<Y)    return(-1);  
    else    return(0);  
}
```

假设调用这个函数：

```
int w;          int A=0x12345678;      int B=0x87654321;  
w = LessThan(A,B);
```

- ①w= (1); 假设 X 和 Y 以及 A 和 B 被定义为 unsigned 类型，则 w= (2)。(2 分)
- ②假设 p=&A, p 的值是 100; 内存按字节编址、小端模式存放多字节数据，则内存 100 号单元的内容是 (3)。(2 分)
- ③计算机中对 X>Y 的比较，是通过 X-Y 实现的，请写出 A-B 的运算结果和进位标志 CF、溢出标志 OF、结果为零标志 ZF、符号标志 SF 的值，列出计算过程。(4 分)

2、BF16 是深度学习中应用的一种 16 位的浮点数格式，它直接将 IEEE 754 中的 32 位浮点数的尾数小数直接截尾为 7 位，即：

Ms	E	M
数符 1 位	阶码 8 位，127 的移码	尾数 7 位，原码表示、隐藏尾数整数位的 1

请写出-5 的 BF16 浮点数。(4 分)

3、给出浮点数的加减运算步骤，以下面两个浮点数 X 和 Y（阶码和尾数均为 5 位）为例展示 X+Y 的运算过程。(6 分)

X= -0.1011×2⁺⁰⁰⁰¹ Y= 0.1110×2⁻⁰⁰⁰¹

二、存储器设计（23 分，填空题每空 1 分）：

某 16 位模型计算机按字编址，地址空间 64K：

- 1、CPU 的地址位数有 (1) 位；主存容量最大为 (2) 字节。
- 2、设该机有一个 1KB 的 Cache，行大小为 16B，2 路组相联，则写出 CPU 访问主存时，地址划分的位数：高位标记 (3) 位，Cache 的组地址 (4) 位，块内地址 (5) 位。
- 3、设 Cache 初始为空，请描述当 CPU 访问 2021H 单元后，Cache 发生了什么变化？（3 分）
- 4、用 8K×8 位的 SRAM 芯片构成 32K×16 位的主存物理空间，则需要 (6) 片芯片。

- 5、请设计完成上题，假设 I/O 和主存统一编址，前 32K 为主存空间，后 32K 为 I/O 空间，CPU 有 M/\overline{IO} (=0 访问 I/O 设备，=1 访问主存)、 R/\overline{W} (=0 写操作，=1 读操作) 信号。请画出 CPU 与主存的连接图，标注好地址和数据信号。(8 分)
- 6、请问你设计的主存是顺序编址的，还是交叉编址的？请问如何变成另外一种编址方式？（可以简要说明，或者画简图）。(3 分)
- 7、判断题：（打√×）(3 分)
 - (7) 相比 DRAM，SRAM 不需要刷新、速度快，因此常用于构成内存条。
 - (8) 在 SRAM、DRAM、磁盘、光盘、闪存等存储器中，速度最快的非易失性存储器是 SRAM。
 - (9) 虚拟存储器有页式、段式、段页式三种实现方法，它们由存储器管理硬件和操作系统共同管理实现。

三、指令系统设计（18 分）：

16 位计算机 X 的指令字长有单字指令和双字指令两种，单字格式为：

OP（7 位）	DR（3 位）	SR1（3 位）	SR2（3 位）
---------	---------	----------	----------

双字格式为：

OP（5 位）	MOD（2 位）	DR（3 位）	SR1（3 位）	SR2（3 位）
Imme/Addr/Offset（16 位）				

OP 是操作码，DR 是目的操作数的寄存器编码，SR1 和 SR2 是源操作数的寄存器编码，寄存器 16 位；MOD 是双字指令的寻址方式码；双字指令的第二字是立即数 Imme 或者直接地址 Addr 或者偏移量 Offset，由 MOD 解释。有一段程序如下表所示，离助记符最近的寄存器是目的寄存器，表中给出了指令 1 的指令编码。

序号	内存地址	指令	指令代码/数据
1	4000H	MOV R0, 00FFH	8400 00FFH
2	4002H	(4)	8500 000AH
3	4004H	MOV R2,4100H	
4	4006H	L: XOR R3,R0,[R2]	(7)
5	4007H	MOV [R2],R3	
6	4008H	INC R2	
7	4009H	DEC R4	
8	400AH	JNZ L	(8)
9	400CH	Exit:	
		
	04100H		2021H

座位号：

- 1、该计算机有 (1) 个寄存器；如果双字指令有 20 条，请问单字指令最多有 (2) 条。(3 分)
- 2、选择题：该计算机存储器是： (3)。(2 分)
- A.按字节编址 B.按字编址 C.按双字编址 D.无法判断
- 3、仿照序号为 1 的指令，翻译序号为 2 的指令，写出汇编助记符： (4)。(2 分)
- 4、序号为 4 的指令 XOR R3,R0,[R2]中，[R2]的寻址方式是 (5)；该指令执行后，R3 内容变为 (6)；假设 XOR 指令的操作码为全零，其指令码为 (7)。(5 分)
- 5、写出序号为 8 的指令 JNZ L 的指令码 (8)，其中 JNZ 的 OP 是 $(11100)_2$ ，采用相对寻址 (MOD=11)。(3 分)
- 6、描述这段程序的功能。(3 分)

四、控制器设计 (16 分)

16 位模型计算机 X 的系统结构如下图所示，指令系统格式如第三题所示。CPU 中含 8 个通用寄存器；控制类信号均为高电平有效；控制信号的下标 in 表明将数据打入部件，out 表明将部件数据输出。譬如 BR_{in} 表明将运算器的结果 F 送入缓冲寄存器 BR，BR_{out} 表明将 BR 的内容送到数据总线 DB 上；IDC 控制指令译码器工作。

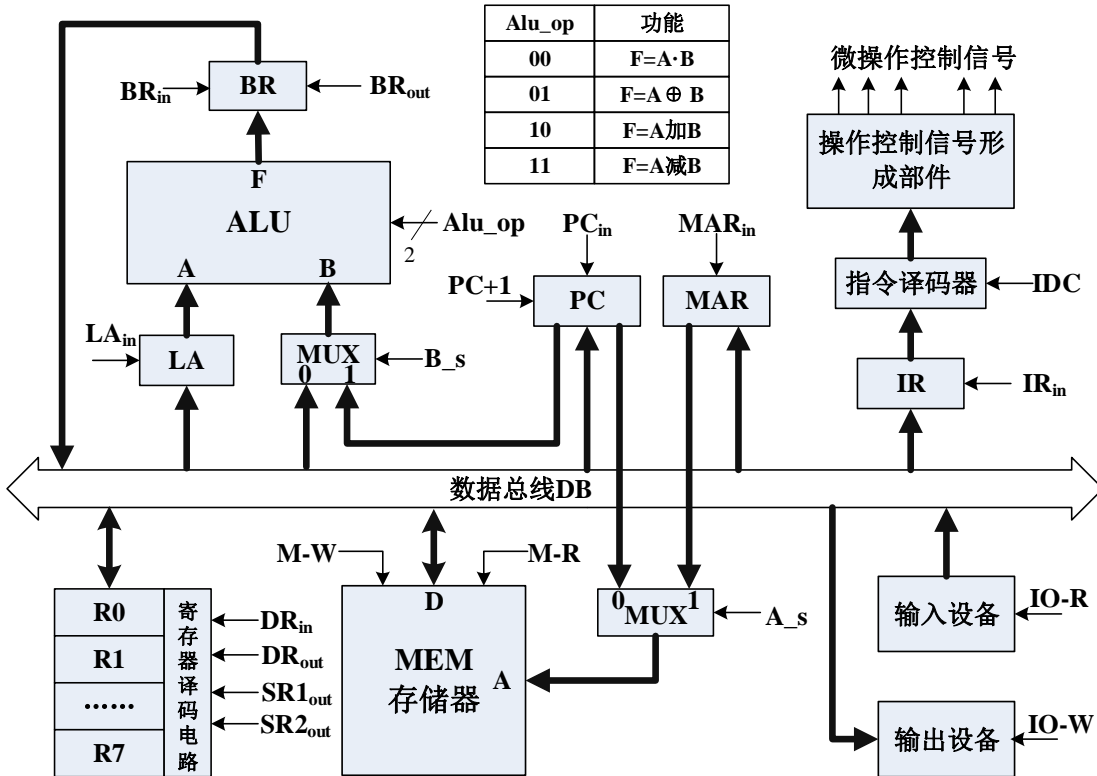


图 1 模型机结构框图

按照数据通路，取指令操作需要 1 个机器周期，操作如下：

M0: MEM[PC]→IR, PC+1→PC, IDC

发送的微操作控制信号为：A_s=0, M_R, IR_{in}, PC+1, IDC

指令系统有 2 条指令：

- ① MOV DR, Imme; Imme→DR
② JMP offset; PC+ offset→PC

- 1、请按照机器周期顺序写出它们的执行过程；(8 分)
- 2、选择一个机器周期操作，写出它所发送的微操作控制信号。(3 分)
- 3、假设该机采用微程序控制器，控存有 1K 个单元；微指令的控制字段采用直接控制法；微程序转移的方式有 3 种，采用译码方式；下址字段确保微指令在整个控存中转移。则：微指令的控制字段 (1) 位，转移控制字段 (2) 位，下址字段 (3) 位，控存容量 (4) 位。(5 分)

五、I/O 系统 (4 分)：

- 1、接第二题的第 5 小题，请写出一个 I/O 设备的端口地址： (1)，另一种 I/O 端口地址的编址方式是 (2)。(2 分)
- 2、选择题：中断隐指令是在中断的哪个阶段、由谁执行的？ (3)。(2 分)
- A.中断响应、硬件 B. 中断请求、OS
C.中断处理、软件 D.中断返回、硬件及 OS

六、模型机设计 (21 分)：请选择以下 2 题中的一题作答，多做不加分。

1、(21 分) L1: SUBIS r4,r1,ALU_imm

BL L1

以上是一段 ARMv8 的汇编程序，为执行这个程序获得执行结果，需设计一个 RISC 结构的 ARMv8 CPU，并设计支持这道程序的指令系统，假如指令系统里只有 I 型指令 SUBIS 和 B 型指令 BL。表 1 是 ARMv8 的 R 型和 B 型指令对应的二进制格式，其中 ALU_imm 是 11 位立即数、BR_addr 是转移目标地址。SUBIS 指令和 BL 指令功能如下所示：

SUBIS Rd, Rn, ALU_imm //(Rn)-ALU_imm→Rd,根据结果设置标志位 NZCV, I 型
BL BR_addr //(PC)→R[30], (PC)+BR_addr→PC (B 型)

表 1 ARMv8 指令格式

指令格式	31:21	20:16	15:10	9:5	4:0	功能
I	opcode	ALU_imm		Rn	Rd	立即数格式
B	opcode	BR_addr				无条件分支格式

请围绕该指令系统的定义，设计一个极简 CPU 结构，使所包含的硬部件功能和所设计的

座位号：

指令执行数据通路，能够实现上述仅包含 2 条指令的 ARMv8 指令系统的功能。要求：机器字长 32 位，寄存器宽度 32 位，存储器按字节编址，其他条件不限。请：

- (1) 画出 CPU 的结构图并标出控制信号；（13 分）
(2) 画出该指令系统对应的微程序流程图和各状态发出的有效控制信号。（8 分）

2、（21 分）一个能实现 RV32I 指令集的多周期 RISC-V 模型机，结构如图 2 所示。

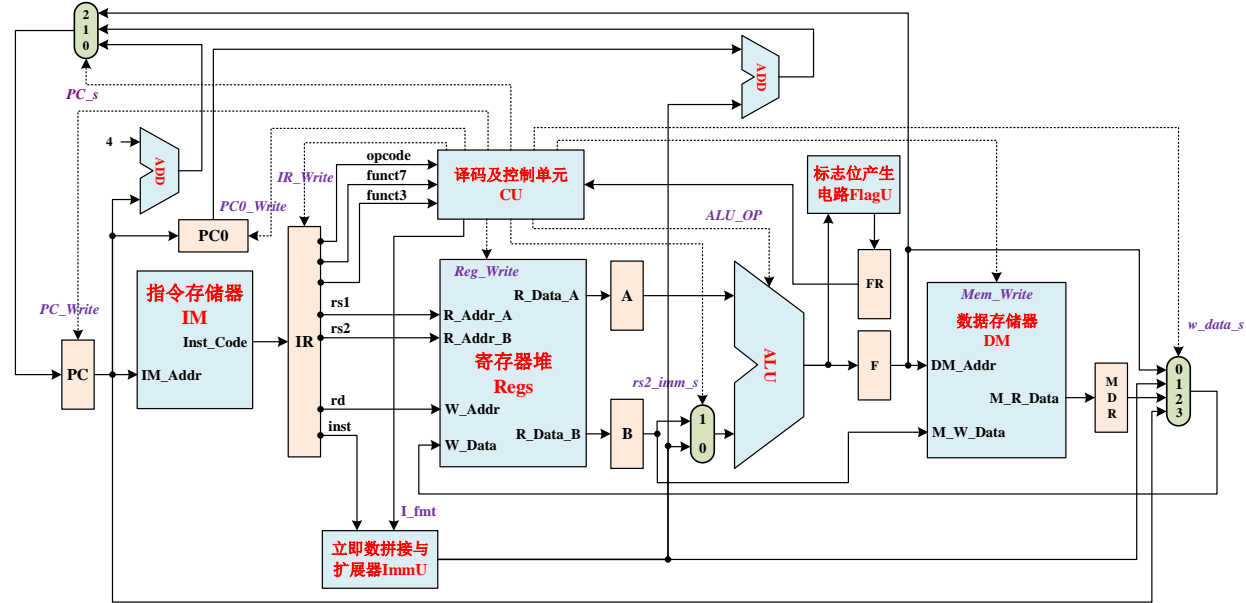


图 2 RISC-V 模型机结构图

(1) 一条指令的执行过程如下：

- M0: IMem[PC]→IR, PC→PC0, PC+4→PC
M1: Reg[rs1]→A, Reg[rs2]→B
M2: A-B→F
M3: ZF=0: PC0+SE32 (imm) →PC

则指令的功能是：①；助记符是②；指令是③格式；指令的寻址方式是④。（6 分）

(2) 写出 M0 机器周期发送的控制信号：⑤（4 分）。

(3) 请分析以下两条指令的格式与执行过程，按照所需要的机器周期（M0 已经给出），写出执行的操作，填入下表。（8 分）

- ori rd, rs1, imm # rs1 | rs2 → rd
sw rs2, imm(rs1) # rs2 → Mem[rs1+SE32(imm)]

机器周期	操作
M0	IMem[PC]→IR, PC→PC0, PC+4→PC
ori • M1	
sw • M1	

(4) RV32I 指令集常用的转移控制类指令有以下几条/类，请分析它们的功能，至少说出三种实现无条件跳转的方法。（3 分）

- jal rd,offset20 #PC+4→rd,PC+SE32(offset20*2)→PC
jalr rd,offset12(rs1) #PC+4→rd,rs1+SE32(offset12)→PC
beq rs1,rs2,offset12 #if(rs1=rs2) PC+SE32(offset12*2)→PC
bne rs1,rs2,offset12 #if(rs1≠rs2) PC+SE32(offset12*2)→PC