

第十章 控制单元的设计

作业: P421 10.2、10.9、10.10、10.11

10.1 假设响应中断时,要求将程序断点存在堆栈内,并且采用软件办法寻找中断服务程序的入口地址,试写出中断隐指令的微操作及节拍安排。

解:

设软件查询程序首址为 0 号内存单元,则中断隐指令的微操作命令及节拍安排如下: T0 0
SP
T1 , SP→MAR
T2 SP→W, SP+1 M(MAR)
T3 PSW→MAR, MDR→SP
T4 1→W, SP+1→MDR, →M(MAR) PC→EINT 由于题意中没有给出确切的数据通路结构,故上述节拍分配方案的并行性较低。→PC, MDR→0 →MDR, 1→MAR

10.2 写出完成下列指令的微操作及节拍安排(包括取指操作)。

(1) 指令“ADD Ri, X”完成将 Ri 寄存器的内容和主存 X 单元的内容相加,结果存于 Ri 的操作。

(2) 指令“ISZ X”完成将主存 X 单元的内容增 1,并根据结果若为“0”,则跳过下一条指令执行。

解:

由于此题没有给出数据通路,假设:采用 P398 图 10.1 的结构。

取指周期全部微操作命令及节拍安排(每条指令都有)

取指周期全部微操作命令:

PC →BUS→ MAR
1 → R
M(MAR) → MDR
MDR →BUS→ IR
(PC) →BUS→ ALU+1 → R2
OP(IR) →微操作命令形成部件
R2 →BUS→ PC
节拍: T0, T1, T2, T3

取指周期全部微操作命令的节拍安排:

T0 PC →BUS→ MAR, 1 → R
T1 M(MAR) → MDR, PC →BUS→ ALU+1 → R2
T2 MDR → IR, OP(IR) →微操作命令形成部件
T3 R2 →BUS→ PC

(1) 执行周期全部微操作命令及节拍安排

执行周期全部微操作命令:

Ad(IR) → MAR

$1 \rightarrow R$
 $M(MAR) \rightarrow MDR$
 $MDR \rightarrow BUS \rightarrow R1$
 $(R1)+(Ri) \rightarrow ALU \rightarrow R2$
 $R2 \rightarrow BUS \rightarrow R1$

执行周期全部微操作命令及节拍安排:

T0 $Ad(IR) \rightarrow BUS \rightarrow MAR, 1 \rightarrow R$
 T1 $M(MAR) \rightarrow MDR, MDR \rightarrow BUS \rightarrow R1$
 T2 $(R1)+(Ri) \rightarrow ALU \rightarrow R2$
 T3 $R2 \rightarrow BUS \rightarrow Ri$

(2) 设结果为“0”状态位为 Z

执行周期全部微操作命令:

$Ad(IR) \rightarrow BUS \rightarrow MAR$
 $1 \rightarrow R$
 $M(MAR) \rightarrow MDR$
 $MDR \rightarrow BUS \rightarrow ALU+1 \rightarrow R2$
 $R2 \rightarrow BUS \rightarrow MDR$
 $1 \rightarrow W$
 $MDR \rightarrow BUS \rightarrow M(MAR)$

若 Z=1(结果为“0”, PC+1), 执行下列操作:

$PC \rightarrow BUS \rightarrow ALU+1 \rightarrow R2$
 $R2 \rightarrow BUS \rightarrow PC$

若 Z=0(结果不为“0”, 顺序执行), 执行下列操作:

$PC \rightarrow BUS \rightarrow PC$

执行周期全部微操作命令及节拍安排:

T0 $Ad(IR) \rightarrow BUS \rightarrow MAR, 1 \rightarrow R$
 T1 $M(MAR) \rightarrow MDR$
 T2 $MDR \rightarrow BUS \rightarrow ALU+1 \rightarrow R2$
 T3 $R2 \rightarrow BUS \rightarrow MDR, 1 \rightarrow W$

T0 $MDR \rightarrow BUS \rightarrow M(MAR)$
 T1 $PC \rightarrow BUS \rightarrow ALU+1 \rightarrow R2$
 T2
 T3 $/Z \cdot PC + Z \cdot R2 \rightarrow BUS \rightarrow PC$

10.12 能否说水平型微指令就是直接编码的微指令，为什么？

解：

不能说水平型微指令就是直接编码的微指令，因为符合水平型微指令特征微指令都属于水平型微指令，常见的有：直接编码、字段直接编码、字段间接编码，及混合编码等。直接编码的微指令只是最典型的一种。

10.15 设控制存储器的容量为 512×48 位，微程序可在整个控存空间实现转移，而控制微程序转移的条件共有 4 个（采用直接控制），微指令格式如下：

解：

因为控制存储器共有 $512 \times 48 = 2^9 \times 48$

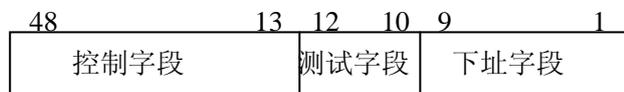
所以，下址字段应有 9 位，微指令字长 48 位

又因为控制微程序转移的条件有 4 个， $4+1 \leq 2^3$

所以判断测试字段占 3 位

因此控制字段位数为： $48 - 9 - 3 = 36$

微指令格式为：



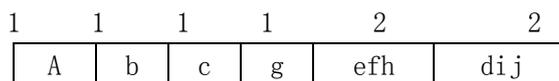
10.21 下表给出 8 条微指令 I1~I8 及所包含的微命令控制信号，设计微指令操作控制字段格式，要求所使用的控制位最少，而且保持微指令本身内在的并行性。

解：

为使设计出的微指令操作控制字段最短，并且保持微指令本身内在的并行性，应采用混合编码法。首先找出互斥的微命令组，为便于分析，将微命令表重画如下：

由表中微命令的分布情况可看出：a、b、c、d、e 微命令的并行性太高，因此不能放在同一字段中。另外，由分析可知，在 2、3、4 分组的互斥组中，3 个一组的微命令互斥组对控制位的压缩作用最明显。因此，应尽可能多的找出 3 个一组的互斥组。现找出的互斥组有：cfj, dij, efh, fhi, bgj, ehj, efj……等等。

从中找出互不相重的互斥组有两个：dij, efh。则：微指令操作控制字段格式安排如下：



各字段编码分配如下：a: 0 无操作，1 a 微命令；

b: 0 无操作，1 b 微命令；

c: 0 无操作，1 c 微命令；

g :0 无操作，1 g 微命令；

dij : 00 无操作；01 d 微命令；10 i 微命令；11 j 微命令；

efh: 00 无操作；01 e 微命令；10 f 微命令；11 h 微命令

与采用直接控制法比较：直接控制法：10 个微命令需 10 位操作控制位；本方案中 10 个微命令需 8 位操作控制位，压缩了 2 位。

P398 例 10.1 设 CPU 各部件及其相互连接关系如 P398 图 10.2 所示。图中 W 为写控制标志，R

为读控制标志，R1 和 R2 是暂存器。

(1) 假设要求在取指周期由 ALU 完成 $(PC) + 1 \rightarrow PC$ 操作（即 ALU 可以对它的一个源操作数完成“+1”操作运算）。要求以最少的节拍写出取指周期的全部微操作命令及节拍安排。

(2) 写出指令“ADD #a”指令（#为立即寻址特征，隐含的操作数在 Acc 中）在执行阶段所需的微操作命令及节拍安排。

解：BUS 连接的部件：MAR 的入、MDR 的入和出、IR 的入、PC 的入和出、ACC 的入和出、ALU 的入、R1 的入、R2 的出。

(1) 取指周期全部微操作命令及节拍安排

由于 $(PC) + 1 \rightarrow PC$ 操作由 ALU 完成，则 PC 可作为 ALU 的一个源操作数，通过控制 ALU “+1”完成 $(PC) + 1$ ，结果送至 R2，再从 R2 送至 PC。

取指周期的微操作命令如下：

PC \rightarrow BUS \rightarrow MAR
1 \rightarrow R
M(MAR) \rightarrow MDR
PC \rightarrow BUS \rightarrow ALU
ALU+1 \rightarrow R2
MDR \rightarrow BUS \rightarrow IR
R2 \rightarrow BUS \rightarrow PC

根据节拍安排的原则，上述微操作命令及节拍安排如下(注意总线冲突问题)：

T0 PC \rightarrow BUS \rightarrow MAR, 1 \rightarrow R
T1 M(MAR) \rightarrow MDR, PC \rightarrow BUS \rightarrow ALU, ALU+1 \rightarrow R2
T2 MDR \rightarrow BUS \rightarrow IR, OP (IR) \rightarrow CU
T3 R2 \rightarrow BUS \rightarrow PC

(2) “ADD #a”指令在执行阶段所需的微操作命令及节拍安排

“ADD #a”指令在执行周期的微操作命令如下：

Ad (IR) \rightarrow BUS \rightarrow R1
(Acc) + (R1) \rightarrow ALU \rightarrow R2
R2 \rightarrow BUS \rightarrow Acc

根据节拍安排的原则，上述微操作命令及节拍安排如下：

T0 Ad (IR) \rightarrow BUS \rightarrow R1
T1 (Acc) + (R1) \rightarrow ALU \rightarrow R2
T2 R2 \rightarrow BUS \rightarrow Acc

P399 例 10.2 设 CPU 内部结构如 P398 图 10.2 所示，且 PC 有自动加 1 功能，此外还有 B、C、D、E、H 和 L 等 6 个寄存器（图中未画），它们各自的输入端和输出端都与总线 BUS 相连，并分别受控制信号控制。要求写出完成下列指令组合逻辑控制单元所发出的微操作命令及节拍安排。

- (1) ADD B, C ; (B) + (C) \rightarrow B
- (2) SUB E, @H ; (E) - ((H)) \rightarrow E, @H 为寄存器间接寻址
- (3) STA @mem ; Acc \rightarrow ((mem)), @mem 为存储器间接寻址

解：BUS 连接的部件：MAR 的入、MDR 的入和出、IR 的入、PC 的入和出、ACC 的入和出、ALU 的入、R1 的入、R2 的出。以及寄存器 B、C、D、E、H、L 的入和出。

(1) 完成“ADD B, C”指令所需的微操作命令及其节拍安排如下：

取指周期：

T0 PC → BUS → MAR, 1 → R
T1 M(MAR) → MDR, (PC) +1 → PC
T2 MDR → BUS → IR, OP(IR) → CU

执行周期：

T0 C → BUS → R1
T1 (B) + (R1) → ALU → R2 ; B 通过总线送 ALU
T2 R2 → BUS → B

(2) 完成“SUB E, @H”指令所需的微操作命令及其节拍安排如下：

取指周期：

T0 PC → BUS → MAR, 1 → R
T1 M(MAR) → MDR, (PC) +1 → PC
T2 MDR → BUS → IR, OP(IR) → CU

间址周期

T0 E → BUS → MAR, 1 → R
T1 M(MAR) → MDR

执行周期：

T0 MDR → BUS → R1
T1 (E) - (R1) → ALU → R2 ; E 通过总线送 ALU
T2 R2 → BUS → E

(3) 完成“STA @mem”指令所需的微操作命令及其节拍安排如下：

取指周期：

T0 PC → BUS → MAR, 1 → R
T1 M(MAR) → MDR, (PC) +1 → PC
T2 MDR → BUS → IR, OP(IR) → CU

间址周期

T0 Ad (IR) → BUS → MAR, 1 → R
T1 M(MAR) → MDR

执行周期：

T0 MDR → BUS → MAR, 1 → W
T1 Acc → BUS → MDR
T2 MDR → BUS → M(MAR)