

第6章 指令系统 作业参考题解

6.1 指令包括哪几部分？各表示什么含意？

参考答案：

- ◆ 指令包括操作码和地址码两部分。
- ◆ 操作码：用来指明该指令所要完成的操作，即定义指令的功能。
- ◆ 地址码：用来寻找执行指令所需要的操作数，即操作数的地址信息。

6.2 在一地址指令、二地址指令中，如何指定二个操作数地址？如何存放操作结果？

参考答案：

- ◆ 一地址指令：由指令中的地址码提供源操作数，另一操作数隐含指定（一般指累加器 ACC）；操作结果也存放在隐含规定的寄存器（一般指累加器 ACC）中，即目的操作数隐含指定，源操作数由指令中的地址码指定。
- ◆ 二地址指令：由指令的两个地址码分别指定两个操作数；操作结果也存入其中一个地址码指定的操作数（目的操作数）。

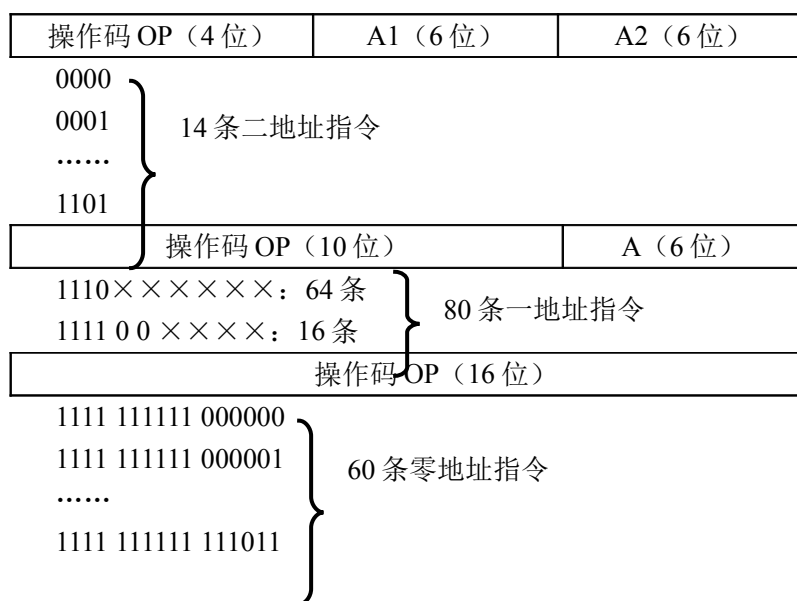
6.3 简述指令操作码的扩展技术的基本方法。

参考答案：

指令系统既有单地址指令，也有双地址指令或无地址指令。操作码扩展技术的基本方法就是将指令中不使用的地址码扩展为操作码，操作码的长度随地址数的减少而增加，即不同地址数的指令可以具有不同长度的操作码，从而有效地缩短指令字长。

6.4 某机器字长 16 位，采用单字长指令，每个地址码 6 位。试采用操作码扩展技术，设计 14 条二地址指令，80 条一地址指令，60 条零地址指令。请给出指令编码示意图。

参考答案：不唯一，其他不冲突和重复的编码方式也是正确的。



6.5 什么是指令字长？什么是机器字长？它们之间有何关系？

参考答案：

- 指令字长是指一条机器指令的位数，不同机器的指令字长是不相同的；一般它主要取决于操作码的长度、操作数地址的长度和操作数地址的个数。
- 机器字长是指 CPU 一次能处理的数据位数，它决定了寄存器、运算部件、数据总线的位数，机器字长一般是字节长度的整数倍，即 8、16、32 或 64 位。
- 指令字长一般与机器字长有着简单而不固定的对应关系：指令字长可以等于机器字长；指令字长可以小于或等于机器字长，这种指令称为短格式指令；指令字长也可以大于机器字长（譬如双字指令），这类指令称为长格式指令。

6.6 确定寻址方式的目的是什么？

参考答案：

确定寻址方式的目的是：确定本条指令的操作数地址，以及下一条将要执行的指令地址，即为了找到操作数和下条指令。

6.7 请说明间接寻址和直接寻址的不同。

参考答案：

间接寻址和直接寻址方式的操作数均存放在存储器中；但是直接寻址的操作数的 EA 由指令的地址码字段指出，而间接寻址的操作数的 EA 存放在另一个存储单元，该单元的地址由指令的地址码字段指出。即直接寻址方式下，用指令的地址码字段访问一次存储器就得到操作数，而对于间接寻址，用指令的地址码字段访问两次存储器才得到操作数，见图 6.1。



图 6.1 间接寻址和直接寻址

6.8 简述变址寻址和基址寻址的主要区别。

参考答案：

变址寻址和基址寻址的有效地址 EA 均是由一个寄存器（变址寄存器和基址寄存器）加上指令的地址码字段得到的，但是应用的场合不同和使用方法不同。

变址寻址主要用于实现程序块的规律变化。通常指令中的形式地址 A 作为基准地址，而变址寄存器的内容作为修改量。在应用场合上，变址寻址面向用户编程，特别适合于对字符串处理、数组运算等成组数据处理。

基址寻址适合于多用户计算机系统，当操作系统为多道程序分配主存空间，将用户程序装入主存时，给每个用户一个基地址并放入其相应的基址寄存器，在程序执行时，以基址为基准自动进行地址的变换。基址寄存器的内容是基准量，指令中的地址码字段（形式地址）是位移量，因此其位数较短。在应用场合上，基址寻址面向系统，可以用来解决程序在主存中的重定位和扩大寻址空间等问题。

6.9 选择题:

- (1) 寄存器间接寻址方式中, 操作数在 D 中。
A. 程序计数器 B. 堆栈 C. 寄存器 D. 主存
- (2) 堆栈常用于 B、C。
A. 数据移位 B. 程序转移 C. 保护程序现场 D. 输入、输出
- (3) 单地址指令中, 为了完成两个数的算术运算, 除地址码指明的一个操作数外, 另一个数常需采用 C。
A. 堆栈寻址 B. 立即寻址 C. 隐含寻址 D. 间接寻址
- (4) 用于对某个寄存器中操作数的寻址方式称为 C。
A. 直接寻址 B. 间接寻址 C. 寄存器直接寻址 D. 寄存器间接寻址
- (5) 指令中采用不同的寻址方式, 其主要目的是 C。
A. 可以实现操作码的扩展 B. 实现存储程序和程序控制
C. 缩短指令长度、扩大寻址空间、提高编程的灵活性。
D. 降低指令译码的难度。
- (6) 指令寻址和数据寻址的不同在于 C。
A. 前者是访问存储器, 后者是访问寄存器。
B. 前者是确定程序转移地址, 后者取操作数。
C. 前者是确定程序执行顺序, 后者是取操作数地址。
D. 前者是短指令, 后者是长指令。
- (7) 变址寻址方式中, 操作数的有效地址为 C。
A. 程序计数器的内容加上形式地址。
B. 基址寄存器的内容加上形式地址。
C. 变址寄存器的内容加上形式地址。
D. 变址寄存器的内容加上基址寄存器的内容。
- (8) CISC 指令系统与 RISC 指令系统相比具有 B 等特点。
A. 前者指令条数少, 后者指令条数多。
B. 前者执行速度慢, 后者执行速度快。
C. 前者有利于编译生成优化代码, 后者不便于编译。
D. 前者指令功能简单, 后者指令功能复杂。

6.10 某机 16 位字长指令格式如下:

OP	M	D
5 位	3 位	8 位

其中: D 是形式地址, 采用补码表示 (包括一位符号位);

M 是寻址方式 M=0 立即寻址;

M=1 直接寻址 (这时 D 为地址, 是无符号数);

M=2 间接寻址;

M=3 变址寻址 (变址寄存器 RI, 16 位);

M=4 基址寻址 (基址寄存器 Rb, 16 位);

M=5 相对寻址。

- (1) 该指令格式最多可以定义多少种不同的指令? 立即寻址操作数范围是多少?
- (2) 写出各种寻址方式的有效地址的计算表达式。
- (3) 各种寻址方式时能访问的最大主存空间范围是多少?

参考答案:

(1) 该指令格式最多可以定义 $2^5=32$ 种不同的操作，立即寻址操作数范围是 -128~+127。（8 位补码的表示范围）

(2) 寻址方式的有效地址：

- ◆ M=0 立即寻址：无有效地址
- ◆ M=1 直接寻址（这时 D 为地址，是无符号数）：EA=D
- ◆ M=2 间接寻址：EA=（D）
- ◆ M=3 变址寻址（变址寄存器 RI，16 位）：EA=（RI）+D
- ◆ M=4 基址寻址（基址寄存器 Rb，16 位）：EA=（Rb）+D
- ◆ M=5 相对寻址：EA=（PC）+D

(3) 访问的最大主存空间：

- ◆ M=0 立即寻址：无
- ◆ M=1 直接寻址（这时 D 为地址，是无符号数）：EA=D，0~255
- ◆ M=2 间接寻址：EA=（D），主存单元是 16 位的，0~ $2^{16}-1$ ，即 0~65535
- ◆ M=3 变址寻址（变址寄存器 RI，16 位）：EA=（RI）+D
（RI）：0~ $2^{16}-1$ ，D：0~255，所以： $0\sim 2^{16}+254=65790$
- ◆ M=4 基址寻址（基址寄存器 Rb，16 位）：EA=（Rb）+D
（Rb）：0~ $2^{16}-1$ ，D：0~255，所以： $0\sim 2^{16}+254=65790$
- ◆ M=5 相对寻址：EA=（PC）+D
（PC）：0~ $2^{16}-1$ ，D：-128~127，所以： $-128\sim 2^{16}+126=65662$
由于地址是无符号数，不可能为负，所以： $0\sim 65662$

6.11 一个较完整的指令系统应该包括哪些类型的指令？

参考答案：

一个较完整的指令系统应该包括数据传送类指令、算术逻辑运算指令、程序控制类指令、移位操作指令、堆栈操作指令、输入输出指令、处理器控制类指令、特权指令等等。

6.12 假设相对寻址的转移指令占两个字节，第一个字节是操作码和寻址方式，第二个字节是相对偏移量，用补码表示。若当前转移指令的第一字节所在地址为 0019H，且 CPU 每取出一个字节指令便会自动执行（PC）+1→PC 操作。请问：若当前指令分别是相对转移指令 JMP 0006H 和 JMP 0025H 时，转移指令第二字节的内容是什么？

参考答案：

EA=PC+Disp，因为 PC=001BH，所以：

- ◆ 对于 JMP 0006H：EA=0006H，Disp=EA-PC=0FFEBH
- ◆ 对于 JMP 0025H：EA=0025H，Disp=EA-PC=000AH

6.13 某机器内共有 16 个 32 位的通用寄存器，设计一种有 60 种操作，8 种寻址方式的指令系统。假设指令字长等于机器字长（32 位），请回答：

- (1) 若主存可直接寻址或间接寻址，存储器字长 32 位，采用“寄存器—存储器”型指令，能寻址最大存储空间是多少？画出指令格式并说明各字段的含意。
- (2) 若采用通用寄存器作基址寄存器，则“寄存器—存储器”型指令的指令格式是怎样？能寻址最大存储空间是多少？

参考答案：

- (1) “寄存器—存储器”型指令格式：

操作码	寻址方式码	寄存器号	地址码
(6 位)	(3 位)	(4 位)	(19 位)

若采用直接寻址，则能寻址最大存储空间是 $0 \sim 2^{19} - 1$ 。

若采用间接寻址，则能寻址最大存储空间是 $0 \sim 2^{32} - 1$ 。

(2) 若基址寄存器号在指令中指出，则指令格式为：

操作码	寻址方式码	寄存器号	基址寄存器号	地址 ADDR
(6 位)	(3 位)	(4 位)	(4 位)	(15 位)

$EA = R_B + ADDR$, R_B 的取值 $0 \sim 2^{32} - 1$, ADDR 有 15 位, 取值 $0 \sim 2^{15} - 1$

则 EA 能寻址最大存储空间是 $0 \sim 2^{32} + 2^{15} - 2$ 。

◆ 若基址寄存器号由操作码或寻址方式码隐含指出，则指令格式为：

操作码	寻址方式码	寄存器号	地址 ADDR
(6 位)	(3 位)	(4 位)	(19 位)

$EA = R_B + ADDR$, R_B 的取值 $0 \sim 2^{32} - 1$, ADDR 有 19 位, 取值 $0 \sim 2^{19} - 1$

则 EA 能寻址最大存储空间是 $0 \sim 2^{32} + 2^{19} - 2$ 。

6.14 什么叫堆栈？它的操作特点是什么？堆栈主要用在哪里？

参考答案：

堆栈：是由若干个连续主存单元组成的先进后出（First in Last out, 即 FILO）存储区，第一个放入堆栈的数据存放在栈底，最近放入的数据存放在栈顶。栈底是固定不变的，而栈顶是随着数据的入栈和出栈在时刻变化。栈顶由堆栈指针（Stack Pointer, 即 SP）指向。

堆栈的操作特点是：堆栈只有两种操作——压入 PUSH 和弹出 POP，从堆栈栈顶读出一个数据叫弹出，把操作结果写入堆栈栈顶单元叫压入；这两种操作都只能通过 SP 堆栈指针访问实现。

堆栈主要用来暂存中断和子程序调用时的现场数据及返回地址。

6.15 简述 RISC 的主要优缺点。

参考答案：

1. 指令系统中的指令简单、使用频率较高。
2. 指令长度固定，指令格式种类少，寻址方式种类少。
3. 只有取数和存数指令访问存储器，其余指令的操作都在寄存器之间进行。
4. 采用流水线技术，使得一条指令的平均指令执行时间小于一个机器周期。
5. CPU 中设置大量通用寄存器，以减少访存次数。
6. 以硬布线控制逻辑为主，不用或少用微码控制。
7. 采用优化的编译程序，能有效地支持高级语言程序。

6.16 设某机寄存器字长 16 位，用 16 进制表示，已知：变址寄存器内容为 0004H，PC 的内容为 0003H，内存中部分单元内容如下：

地址：内容	地址：内容
0002H: 000AH	0007H: 000AH
0003H: 0002H	0008H: 0002H
0004H: 0007H	0009H: 0003H
0005H: 0004H	000AH: 0009H
0006H: 0005H	000BH: 0008H

指令为双字长指令，格式如下：

操作码，寻址方式码，寄存器号(16 位)
直接地址/间接地址/立即数/相对位移量/形式地址(16 位)

若**当前指令**分别为下列寻址方式时，试求出操作数填入下表。

参考答案：

寻址方式	操作数
直接	000AH
间接	0009H
立即	0007H
变址	0008H