

王道考研——组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

第四章 指令系统

1

历年真题考频统计

章节	索引	核心考点	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	小题考频	大题考频	章节考频	
Ch1	1	计算机系统层次结构	#11													#18 #20	7		15+2	
	2	计算机的性能指标		#12	#12	#12 &43	#12 &43	#12	#12	#12	#12	#12	#12	#12	#12	#13	8	2		
Ch2	3	定点数的表示与运算		&43	&43	&44	#14 &44	#13	#13		&43 &44	#13 #16 #19	#13 &45	#13 &43	#13	#13	10	8	28+14	
	4	C语言中各种数据的转换		#14	&43	#13				#13	&43						3	2		
	5	IEEE 754标准, 浮点数运算	#13	#14	#13	#14	#13	#14	#14			&43 &44	#14		#13	#14	#14	11		2
Ch3	6	数据的对齐和大小端存储								#14		#15	#15	#14			4		36+22	
	7	半导体随机存取存储器		#16	#14	#16		#15	#17			#17 &44					6	1		
	8	主存储器与CPU的连接		#15	#15	#15				#16					#15 &43	#17	6	1		
	9	低位交叉存储器				&43			#18		#13						2	1		
	10	高速缓冲存储器 (Cache)	#14 #21	#17 &44	&44	#17 &43	&43	#16 &45	#15 #16	#15 &45	#14	&44	&46	#15 &44	#16	#16	12	9		
	11	虚拟存储器		#17	&44	&43	#16	&43	&45	#16	&45		&44	#14 &46	#15 &44	&44	#15	6		9
	12	磁盘存储器					#20 #21		#20					#20			&43	4		1
Ch4	13	指令格式		&43			&44	&44	&44		#16	#15	&45		&43	#19	3	6	13+14	
	14	指令的寻址方式	#16	&43	#16 #17		#17 &44	#17 &44		#17	#15	#18	&45	#16	&43		9	5		
	15	CISC与RISC	#17								&44						1	1		
Ch5	16	程序的机器级代码表示									&44		&45					2		28+19
	17	CPU的功能和基本结构		#18	&43							#19			#17 &43	&43	5	5		
	18	指令执行过程											#17		#21 &43	&43	2	1		
	19	数据通路的功能和基本结构	&44	&43			&44				#19				#18	&43	3	5		
	20	控制器的功能和工作原理	#19 &44		#19	#18		#18 &45	&43 &44		#18 &44		#16			&43	6	6		
	21	指令流水线	#18	#19	#18	&44	#18	#16 &44		#19	#17	#20	#18	#17			10	2		
	22	多处理器的基本概念														#22	2			
Ch6+Ch7	23	总线概念和常见总线标准	#20	#20	#20	#20	#19 &43		#19	#21 &44	#20		#21	#19	#19		9	2	41+12	
	24	总线的性能指标				#19	&43	#19 #20					#19	#19			6	1		
	25	外部设备和I/O接口		#22		#21		#21	#21		#21	&43			#20		6	1		
	26	程序查询方式				#21						&43					1	1		
其他	27	程序中断方式	#22 &43	#21	#21	#22	#22	#22	#22	#22 &44	#22	#22 &43	#21	#18 #20 #21	#22	#21	16	3	0+1	
	28	DMA方式	&43			&43	#22					&43	#22	#22		&44	3	4		
	29	加法器														&43		1		
已删	30	乘法电路																	1+0	
	31	除法电路																		
		海明码					#15										1		1+0	

2

【复习要点】

- (1) 指令的格式及相关概念，定长与扩展操作码格式。
- (2) 常见的寻址方式、特点及其有效地址的计算。
- (3) 常用的汇编指令，过程调用、选择语句和循环语句的机器级表示，标志位和使用。
- (4) CISC 和 RISC 的基本概念，CISC 和 RISC 的比较。

章节	索引	核心考点	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	小题考频	大题考频	章节考频
Ch4	13	指令格式		843			844	844	844		#16	#15	845		843	#19	3	6	13+14
	14	指令的寻址方式	#16	843	#16 #17		#17 844	#17 844		#17	#15	#18	845	#16	843		9	5	
	15	CISC与RISC									844						1	1	
	16	程序的机器级代码表示									844		845					2	

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

考点13

指令格式

王道考研/CSKAOYAN.COM

4

考点13：指令格式

2009	• 综合题43	2010	2011	2012	• 综合题44	• 综合题44	• 综合题44
2016	• 小题16	• 小题15	• 综合题45	2020	• 综合题43	• 小题19	

历年考频： 小题×3、综合题×6

王道考研/CSKAOYAN.COM

5

指令格式

【考点笔记】指令的格式

为了区分各种数据寻址方式，在指令字中设一个字段，用来指明属于哪种寻址方式。

操作码 OP	寻址特征	形式地址 A
--------	------	--------

操作码的位数决定了指令的条数，寻址特征和形式地址 A 共同决定了可寻址的范围。

- 若为立即寻址，则形式地址 A 的位数决定了数的范围。
- 若为直接寻址，则形式地址 A 的位数决定了可寻址的范围。
- 若为寄存器寻址，则形式地址 A 的位数决定了通用寄存器的最大数量。
- 若为寄存器间接寻址，则寄存器字长决定了可寻址的范围。

王道考研/CSKAOYAN.COM

6

考点14

指令的寻址
方式

王道考研/CSKAOYAN.COM

7

考点14：指令的寻址方式

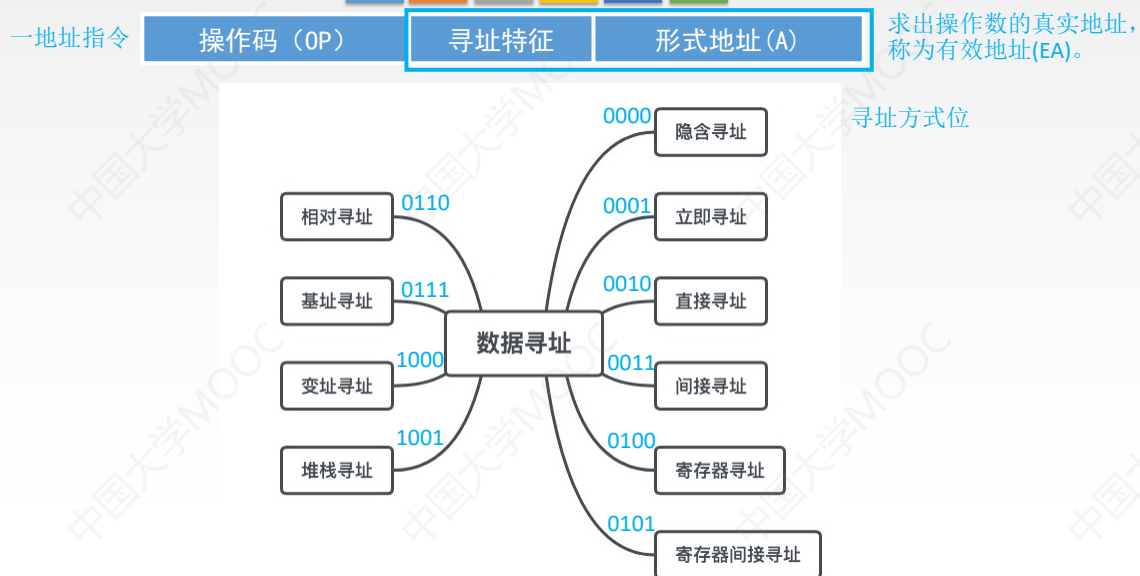
• 小题16	• 综合题43	• 小题16 • 小题17		• 小题17 • 综合题44	• 小题17 • 综合题44	
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
• 小题17	• 小题15	• 小题18	• 综合题45	• 小题16	• 综合题43	
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

历年考频： 小题×9、综合题×5

王道考研/CSKAOYAN.COM

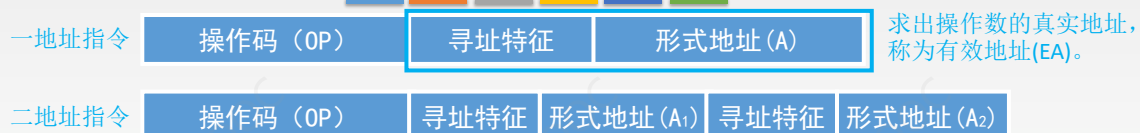
8

指令的寻址方式



9

数据寻址



10

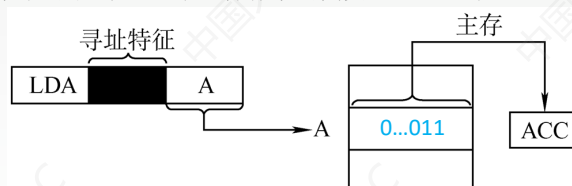
直接寻址

一地址指令

操作码 (OP)

1001...0111

直接寻址：指令字中的形式地址A就是操作数的真实地址EA，即 $EA=A$ 。



一条指令的执行：
取指令 访存1次
执行指令 访存1次
 暂不考虑存结果
 共访存2次

优点：简单，指令执行阶段仅访问一次主存，不需专门计算操作数的地址。

缺点：
 A的位数决定了该指令操作数的寻址范围。
 操作数的地址不易修改。

王道考研/CSKAOYAN.COM

11

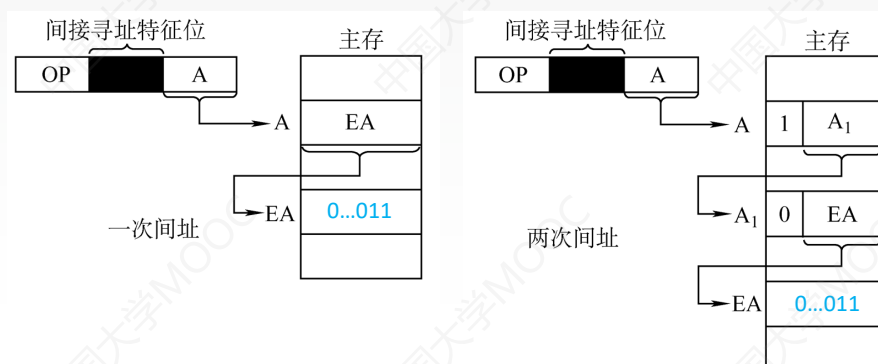
间接寻址

一地址指令

操作码 (OP)

1001...0111

间接寻址：指令的地址字段给出的形式地址不是操作数的真正地址，而是操作数有效地址所在的存储单元的地址，也就是操作数地址的地址，即 $EA=(A)$ 。



王道考研/CSKAOYAN.COM

12

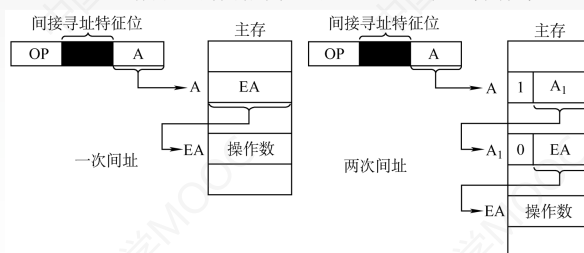
间接寻址

一地址指令

操作码 (OP)

1001...0111

间接寻址：指令的地址字段给出的形式地址不是操作数的真正地址，而是操作数有效地址所在的存储单元的地址，也就是操作数地址的地址，即 $EA=(A)$ 。



优点：
可扩大寻址范围(有效地址EA的位数大于形式地址A的位数)。
便于编制程序(用间接寻址可以方便地完成子程序返回)。

缺点：
指令在执行阶段要多次访存(一次间址需两次访存，多次寻址需根据存储字的最高位确定几次访存)。

王道考研/CSKAOYAN.COM

13

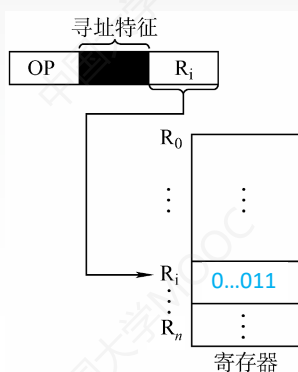
寄存器寻址

一地址指令

操作码 (OP)

1001

寄存器寻址：在指令字中直接给出操作数所在的寄存器编号，即 $EA = R_i$ ，其操作数在由 R_i 所指的寄存器内。



一条指令的执行：
取指令 访存1次
执行指令 访存0次
暂不考虑存结果
共访存1次

优点：
指令在执行阶段不访问主存，只访问寄存器，指令字短且执行速度快，支持向量/矩阵运算。

缺点：
寄存器价格昂贵，计算机中寄存器个数有限。

王道考研/CSKAOYAN.COM

14

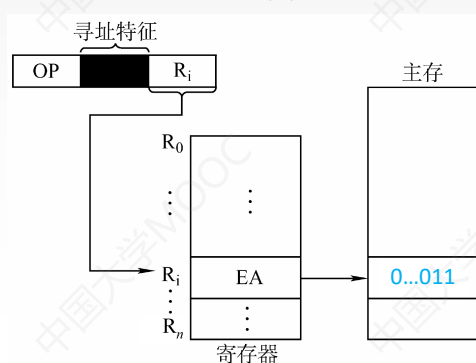
寄存器间接寻址

一地址指令

操作码 (OP)

1001

寄存器间接寻址：寄存器 R_i 中给出的不是一个操作数，而是操作数所在主存单元的地址，即 $EA=(R_i)$ 。



一条指令的执行：
取指令 访存1次
执行指令 访存1次
 暂不考虑存结果
 共访存2次

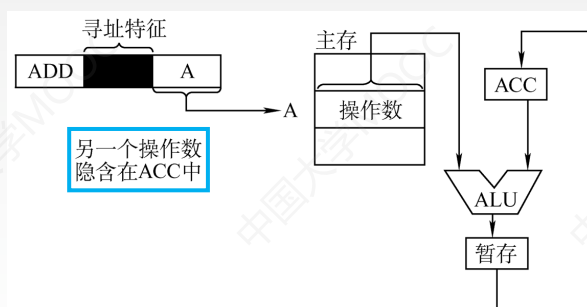
特点：
 与一般间接寻址相比速度更快，但指令的执行阶段需要访问主存(因为操作数在主存中)。

王道考研/CSKAOYAN.COM

15

隐含寻址

隐含寻址：不是明显地给出操作数的地址，而是在指令中隐含着操作数的地址。



优点：有利于缩短指令字长。
 缺点：需增加存储操作数或隐含地址的硬件。

王道考研/CSKAOYAN.COM

16

立即寻址

假设指令字长=机器字长=存储字长，操作数为3

一地址指令	操作码 (OP)	#	0...011
-------	----------	---	---------

立即寻址：形式地址A就是操作数本身，又称为立即数，一般采用补码形式。
#表示立即寻址特征。

一条指令的执行：

取指令 访存1次
执行指令 访存0次
暂不考虑存结果
共访存1次

优点：指令执行阶段不访问主存，指令执行时间最短

缺点：

A的位数限制了立即数的范围。

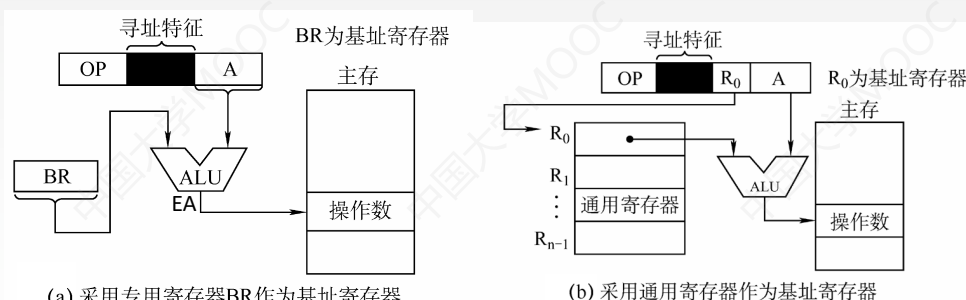
如A的位数为n，且立即数采用补码时，可表示的数据范围为 $-2^{n-1} \sim 2^{n-1} - 1$

王道考研/CSKAOYAN.COM

17

基址寻址

基址寻址：将CPU中基址寄存器（BR）的内容加上指令格式中的形式地址A，而形成操作数的有效地址，即 $EA = (BR) + A$ 。



(a) 采用专用寄存器BR作为基址寄存器

(b) 采用通用寄存器作为基址寄存器

注：基址寄存器是面向操作系统的，其内容由操作系统或管理程序确定。在程序执行过程中，基址寄存器的内容不变（作为基地址），形式地址可变（作为偏移量）。
当采用通用寄存器作为基址寄存器时，可由用户决定哪个寄存器作为基址寄存器，但其内容仍由操作系统确定。

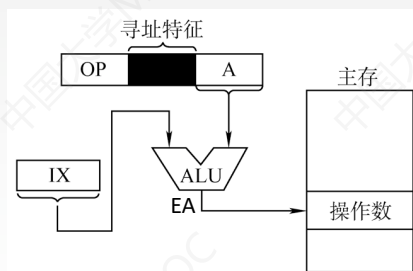
优点：可扩大寻址范围（基址寄存器的位数大于形式地址A的位数）；用户不必考虑自己的程序存于主存的哪一空间区域，故有利于多道程序设计，以及可用于编制浮动程序（整个程序在内存里边的浮动）。

王道考研/CSKAOYAN.COM

18

变址寻址

变址寻址：有效地址EA等于指令字中的形式地址A与变址寄存器IX的内容相加之和，即 $EA = (IX) + A$ ，其中IX可为变址寄存器（专用），也可用通用寄存器作为变址寄存器。



注：变址寄存器是面向用户的，在程序执行过程中，变址寄存器的内容可由用户改变（作为偏移量），形式地址A不变（作为基地址）。

优点：在数组处理过程中，可设定A为数组的首地址，不断改变变址寄存器IX的内容，便可很容易形成数组中任一数据的地址，特别适合编制循环程序。

王道考研/CSKAOYAN.COM

19

指令的寻址方式

2018_18. 按字节编址的计算机中，某double型数组A的首地址为2000H，使用变址寻址和循环结构访问数组A，保存数组下标的变址寄存器初值为0，每次循环取一个数组元素，其偏移地址为变址值乘以sizeof(double)，取完后变址寄存器内容自动加1。若某次循环所取元素的地址为2100H，则进入该次循环时变址寄存器的内容是_____。

- A. 25 B. 32 C. 64 D. 100

答案：B

解析：

根据变址寻址的公式 $EA = (IX) + A$ ，则 $(IX) = 2100H - 2000H = 100H = 256$ ， $\text{sizeof}(\text{double}) = 8$ （双精度浮点数用8位字节表示），因此数组的下标为 $256/8 = 32$ ，答案选B。

王道考研/CSKAOYAN.COM

20

指令的寻址方式

2017_15. 下列寻址方式中，最适合按下标顺序访问一维数组元素的是___。

- A. 相对寻址 B. 寄存器寻址 C. 直接寻址 D. 变址寻址

答案：D

解析：

在变址操作时，将计算机指令中的地址与变址寄存器中的地址相加，得到有效地址，指令提供数组首地址，由变址寄存器来定位数据中的各元素。所以它最适合按下标顺序访问一维数组元素，选D。

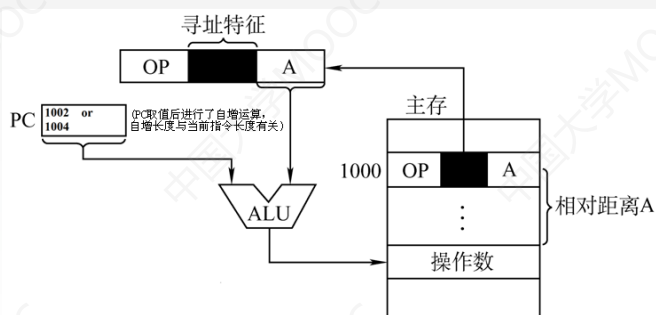
相对寻址以PC为基地址，以指令中的地址为偏移量确定有效地址。寄存器寻址则是在指令中指出需要使用的寄存器。直接寻址是在指令的地址字段直接指出操作数的有效地址。

王道考研/CSKAOYAN.COM

21

相对寻址

相对寻址：把程序计数器PC的内容加上指令格式中的形式地址A而形成操作数的有效地址，即 $EA=(PC)+A$ ，其中A是相对于PC所指地址的位移量，可正可负，补码表示。



优点：操作数的地址不是固定的，它随着PC值的变化而变化，并且与指令地址之间总是相差一个固定值，因此便于程序浮动（一段代码在程序内部的浮动）。

相对寻址广泛应用于转移指令。

王道考研/CSKAOYAN.COM

22

指令的寻址方式

2009_16. 某机器字长为16位, 主存按字节编址, 转移指令采用相对寻址, 由两个字节组成, 第一字节为操作码字段, 第二字节为相对位移量字段。假定取指令时, 每取一个字节PC自动加1。若某转移指令所在主存地址为2000H, 相对位移量字段的内容为06H, 则该转移指令成功转移后的目标地址是_____。

- A. 2006H B. 2007H C. 2008H D. 2009H

答案: C

解析:

相对寻址 $EA = (PC) + A$, 首先要求的是取指令后PC的值。转移指令由两个字节组成, 每取一个字节PC值自动加1, 因此取指令后PC值为 $2000H + 2H = 2002H$, 故 $EA = (PC) + A = 2002H + 06H = 2008H$ 。

【易错点】本题易误选A或B。选项A没有考虑PC值的自动更新, 选项B虽然考虑了PC值要自动更新, 但没有注意到该转移指令是一条两字节指令, PC值仅仅“+1”而不是“+2”。

无条件转移指令: **JMP 形式地址**

转移类指令通常采用相对寻址, 因此执行该指令的结果是 $PC = PC + \text{形式地址}$ 。

其中, 形式地址用补码表示, 可正可负。而原本PC应该指向转移指令的后一条指令

王道考研/CSKAOYAN.COM

23

各种条件转移指令

分类	指令的助忆符	检测的转移条件	功能描述
无符号数 条件转移指令	JC	CF = 1	进位位为 1, 则转移
	JNC	CF = 0	进位位为 0, 则转移
	JP/JPE	PF = 1	奇偶位为 1, 则转移
	JNP/JPO	PF = 0	奇偶位为 0, 则转移
	JE/JZ	ZF = 1	为零/相等, 则转移
	JNE/JNZ	ZF = 0	不为零/不相等, 则转移
	JA/JNBE	CF = 0 and ZF = 0	不低于/高于, 则转移
	JAE/JNB	CF = 0	不低于/高于, 则转移
	JB/JNAE	CF = 1	低于/不高于, 则转移
	JBE/JNA	CF = 1 or AF = 1	低于/不高于, 则转移

eg: 有无符号整数 a, b

if (a == b){

指令1, 2, 3...

}

CMP

JE

a, b

形式地址

(背后实际做了 a-b 的运算)

(相对寻址跳转到指令1的地址)

王道考研/CSKAOYAN.COM

24

PSW寄存器的各个标志位

➤ 条件码:

OF (Overflow Flag) 溢出标志。溢出时为1, 否则置0。

SF (Sign Flag) 符号标志。结果为负时置1, 否则置0。

ZF (Zero Flag) 零标志。运算结果为0时ZF位置1, 否则置0。

CF (Carry Flag) 进位/借位标志。进位/借位时置1, 否则置0。

AF (Auxiliary carry Flag) 辅助进位标志。记录运算时第3位(半个字节)产生的进位。有进位时1, 否则置0。

PF (Parity Flag) 奇偶标志。结果操作数中1的个数为偶数时置1, 否则置0。

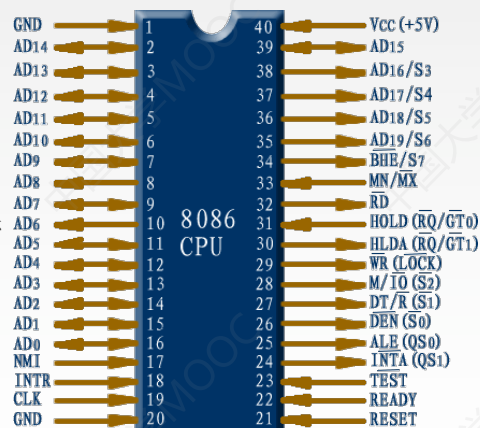
➤ 控制标志位:

DF (Direction Flag) 方向标志。在串处理指令中控制信息的方向。

IF (Interrupt Flag) 中断标志。

TF (Trap Flag) 陷阱标志。

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
				OF	DF	IF	TF	SF	ZF		AF		PF		CF



- NMI:不可屏蔽中断请求信号。常用于处理电源掉电紧急情况。
- INTR:可屏蔽中断请求信号。

王道考研/CSKAOYAN.COM

25

各种条件转移指令

分类	指令的助忆符	检测的转移条件	功能描述
有符号数 条件转移指令	JO	OF = 1	溢出, 则转移
	JNO	OF = 0	不溢出, 则转移
	JS	SF = 1	为负, 则转移
	JNS	SF = 0	为正, 则转移
	JE/JZ	ZF = 1	为零/相等, 则转移
	JNE/JNZ	ZF = 0	不为零/不相等, 则转移
	JG/JNLE	ZF = 0 and SF = OF	不小于等于/大于, 则转移
	JGE/JNL	SF = OF	不小于/大于等于, 则转移
	JL/JNGE	SF ≠ OF	小于/不大于等于, 则转移
	JLE/JNG	ZF = 1 or SF ≠ OF	小于等于/不大于, 则转移

转移指令经典题目: 2013年_44题

王道考研/CSKAOYAN.COM

26

考点15

CISC 和 RISC

王道考研/CSKAOYAN.COM

27

考点15: CISC与RISC

• 小题
17

2009



2010



2011



2012



2013



2014



2015



2016

• 综合
题44

2017



2018



2019



2020



2021



2022



历年考频: 小题×1、综合题×1

王道考研/CSKAOYAN.COM

28

类别 对比项目	CISC	RISC
指令系统	复杂，庞大	简单，精简
指令数目	一般大于 200 条	一般小于 100 条
指令字长	不固定	定长
可访存指令	不加限制	只有 Load/Store 指令
各种指令执行时间	相差较大	多数指令在一个时钟周期内完成
各种指令使用频度	相差很大	都比较常用
通用寄存器数量	较少	多
目标代码	难以用优化编译生成高效的目标代码	采用优化的编译程序，生成代码较为高效
控制方式	绝大多数为微程序控制	绝大多数为组合逻辑控制

RISC 采用指令流水线技术，使大部分指令在一个时钟周期内完成。适合流水线的指令系统的特征有：①指令长度应尽量一致；②指令格式应尽量规整；③保证除 Load/Store 指令外的其他指令都不访问存储器；④数据和指令在存储器中“对齐”存放。

王道考研/CSKAOYAN.COM

29

CISC与RISC

2009_17. 下列关于RISC的叙述中，错误的是_____。

- A. RISC普遍采用微程序控制器
- B. RISC大多数指令在一个时钟周期内完成
- C. RISC的内部通用寄存器数量相对CISC多
- D. RISC的指令数、寻址方式和指令格式种类相对CISC少

答案：A

解析：

相对于CISC，RISC的特点是指令条数少；指令长度固定，指令格式和寻址种类少；只有取数/存数指令访问存储器，其余指令的操作均在寄存器之间进行；CPU中通用寄存器多；大部分指令在一个或者小于一个机器周期内完成；以硬布线逻辑为主，不用或者少用微程序控制。选项B、C、D都是RISC的特点，选项A是错误的，因为RISC的速度快，所以普遍采用硬布线控制器，而非微程序控制器。

王道考研/CSKAOYAN.COM

30

【复习要点】

- (1) 指令的格式及相关概念，定长与扩展操作码格式。
- (2) 常见的寻址方式、特点及其有效地址的计算。
- (3) 常用的汇编指令，过程调用、选择语句和循环语句的机器级表示，标志位和使用。
- (4) CISC 和 RISC 的基本概念，CISC 和 RISC 的比较。

章节	索引	核心考点	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	小题考频	大题考频	章节考频
Ch4	13	指令格式		843			844	844	844		#16	#15	845		843	#19	3	6	13+14
	14	指令的寻址方式	#16	843	#16 #17		#17 844	#17 844		#17	#15	#18	845	#16	843		9	5	
	15	CISC与RISC									844						1	1	
	16	程序的机器级代码表示									844		845					2	

王道考研/CSKAOYAN.COM