

# 计算机组成与结构

计算机系统基础知识  
计算机硬件组成  
中央处理单元  
数据表示  
校验码

计算机体系结构  
体系结构分类  
指令系统  
存储系统  
输入/输出技术  
总线结构

可靠性  
计算机可靠性计算

文老师软考教育

1

## 计算机硬件组成

文老师软考教育

- ◆ **计算机的基本硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备5大部件组成。**
- ◆ **运算器、控制器等部件被集成在一起统称为中央处理单元（Central Processing Unit, CPU）。** CPU是硬件系统的核心，用于**数据的加工处理，能完成各种算术、逻辑运算及控制功能。**
- ◆ **存储器是计算机系统中的记忆设备，分为内部存储器和外部存储器。** 前者速度高、容量小，一般用于临时存放程序、数据及中间结果。而后者容量大、速度慢，可以长期保存程序和数据。
- ◆ **输入设备和输出设备合称为外部设备**（简称外设），输入设备用于输入原始数据及各种命令，而输出设备则用于输出计算机运行的结果。

## 2

# 中央处理单元

文老师软考教育

◆CPU的功能：

- (1) **程序控制**。CPU通过执行指令来控制程序的执行顺序，这是CPU的重要功能。
- (2) **操作控制**。一条指令功能的实现需要若干操作信号配合来完成，CPU产生每条指令的操作信号并将操作信号送往对应的部件，控制相应的部件按指令的功能要求进行操作。
- (3) **时间控制**。CPU对各种操作进行时间上的控制，即指令执行过程中操作信号的出现时间、持续时间及出现的时间顺序都需要进行严格控制。
- (4) **数据处理**。CPU通过对数据进行算术运算及逻辑运算等方式进行加工处理，数据加工处理的结果被人们所利用。所以，对数据的加工处理也是CPU最根本的任务。

此外，CPU还需要对系统内部和外部的中断（异常）做出响应，进行相应的处理。

## 2

# 中央处理单元

文老师软考教育

◆CPU的组成：CPU主要由运算器、控制器、寄存器组和内部总线等部件组成

◆**运算器**：由**算术逻辑单元ALU**（实现对数据的算术和逻辑运算）、**累加寄存器AC**（运算结果或源操作数的存放区）、**数据缓冲寄存器DR**（暂时存放内存的指令或数据）、和**状态条件寄存器PSW**（保存指令运行结果的条件码内容，如溢出标志等）组成。**执行所有的算术运算，如加减乘除等；执行所有的逻辑运算并进行逻辑测试，如与、或、非、比较等。**

◆**控制器**：由**指令寄存器IR**（暂存CPU执行指令）、**程序计数器PC**（存放指令执行地址）、**地址寄存器AR**（保存当前CPU所访问的内存地址）、**指令译码器ID**（分析指令操作码）等组成。**控制整个CPU的工作，最为重要。**

◆ CPU依据**指令周期的不同阶段**来区分二进制的指令和数据，因为在指令周期的不同阶段，指令会命令CPU分别去取指令或者数据。

## 考试真题

文老师软考教育

CPU执行算术运算或者逻辑运算时，常将源操作数和结果暂存在（ ）中。

- A.程序计数器 (PC)
- B.累加器 (AC)
- C.指令寄存器 (IR)
- D.地址寄存器 (AR)

【答案】B

执行CPU指令时，在一个指令周期的过程中，首先需从内存读取要执行的指令，此时先要将指令的地址即（ ）的内容送到地址总线上。

- A.指令寄存器(IR)
- B.通用寄存器 (GR)
- C.程序计数器 (PC)
- D.状态寄存器 (PSW)

答案：C

3

## 数据表示

文老师软考教育

◆进制的表示：二进制、十六进制，一般在题目中会给出中文说明，如果没给出，注意二进制符号为0b，一般表示为0b0011，十六进制符号为0x或H，可表示为0x18F或18FH。（十六进制可表示0-15，其中10-15用A-F来表示）

◆ R进制整数转十进制：位权展开法，用R进制数的每一位乘以R的n次方，n是变量，从R进制数的整数最低位开始，依次为0,1,2,3...累加。

例如有6进制数5043，此时R=6，用6进制数的每一位乘以6的n次方，n是变量，从6进制数的整数最低位开始（5043从低位到高位排列：3,4,0,5），n依次为0,1,2,3，那么最终 $5043 = 3 \times 6^0 + 4 \times 6^1 + 0 \times 6^2 + 5 \times 6^3 = 1107$ 。

### 3

## 数据表示

文老师软考教育

◆ **十进制转R进制**：十进制整数（除以R倒取余数），用十进制整数除以R，记录每次所得余数，若商不为0，则继续除以R，直至商为0，而后将所有余数从下至上记录，排列成从左至右顺序，即为转换后的R进制数；

例：有十进制数200，转换为6进制，此时R=6，将 $200 \div 6$ ，得商为33，余数为2；因为商不等于0，因此再将 $33 \div 6$ ，得商为5，余数为3；再将 $5 \div 6$ ，得商为0，余数为5；此时商为0，将所有余数从下到上记录，得532。

◆ **m进制转n进制**：先将m进制转化为十进制数，再将十进制数转化为n进制数，中间需要通过十进制中转，但**下面两种进制间可以直接转化**：

### 3

## 数据表示

文老师软考教育

◆ **二进制转八进制**：每三位二进制数转换为一位八进制数，二进制数位个数不是三的倍数，则**在前面补0**（原则是数值不变），如二进制数01101有五位，前面补一个0就有六位，为001 101，每三位转换为一位八进制数， $001=1, 101=1+4=5$ ，也即 $01101=15$ 。

◆ **二进制转十六进制**：每四位二进制数转换为一位十六进制数，二进制数位个数不是四的倍数，则**在前面补0**，如二进制数101101有六位，前面补两个0就有八位，为0010 1101，每四位转换为一位十六进制数， $0010=2, 1101=13=D$ ，也即 $101101=2D$ 。

### 3

## 数据表示

文老师软考教育

◆机器数：各种**数值在计算机中表示的形式**，其特点是**使用二进制计数制**，数的**符号用0和1表示**，**小数点则隐含，不占位置**。

机器数有无符号数和带符号数之分。**无符号数表示正数，没有符号位**。带符号数最高位为**符号位**，**正数符号位为0，负数符号位为1**。

◆定点表示法分为**纯小数**和**纯整数**两种，其中小数点不占存储位，而是按照以下约定：

**纯小数**：约定小数点的位置在机器数的最高数值位之前。

**纯整数**：约定小数点的位置在机器数的最低数值位之后。

◆真值：机器数对应的实际数值。

### 3

## 数据表示

文老师软考教育

◆带符号数有下列编码方式，当真值为-45时：

**原码**：一个数的**正常二进制表示**，最高位表示**符号**，数值0的源码有两种形式：  
+0（0 0000000）和-0（1 0000000）。-45对应原码为10101101

**反码**：**正数的反码即原码**；负数的反码是在原码的基础上，**除符号位外，其他各位按位取反**。数值0的反码也有两种形式：+0（0 0000000），-0（1 1111111）。-45对应反码为11010010

**补码**：**正数的补码即原码**；负数的补码是在原码的基础上，**除符号位外，其他各位按位取反，而后末位+1，若有进位则产生进位**。因此数值0的补码只有一种形式+0 = -0 = 0 0000000。-45对应补码为11010011

**移码**：用作浮点运算的阶码，**无论正数负数，都是将该原码的补码的首位（符号位）取反得到移码**。-45对应移码为01010011

### 3

## 数据表示

文老师软考教育

◆机器字长为n时各种码制表示的带符号数的取值范围（差别在于0的表示，原码和反码分+0和-0，补码只有一个0，因此可以多表示一个。）：

码 制	定 点 整 数	定 点 小 数
原码	$-(2^{n-1}-1) \sim + (2^{n-1}-1)$	$-(1-2^{-(n-1)}) \sim + (1-2^{-(n-1)})$
反码	$-(2^{n-1}-1) \sim + (2^{n-1}-1)$	$-(1-2^{-(n-1)}) \sim + (1-2^{-(n-1)})$
补码	$-2^{n-1} \sim + (2^{n-1}-1)$	$-1 \sim + (1-2^{-(n-1)})$
移码	$-2^{n-1} \sim + (2^{n-1}-1)$	$-1 \sim + (1-2^{-(n-1)})$

例：若机器字长为8，请给出45和-45的原码、反码、补码和移码。

真值	原码	反码	补码	移码
45	00101101	00101101	00101101	10101101
-45	10101101	11010010	11010011	01010011

### 3

## 数据表示

文老师软考教育

◆浮点数：表示方法为 $N = F * 2^E$ ，其中E称为阶码，F称为尾数；类似于十进制的科学计数法，如 $85.125 = 0.85125 * 10^2$ ，二进制如 $101.011 = 0.101011 * 2^3$ 。

在浮点数的表示中，阶码为带符号的纯整数，尾数为带符号的纯小数，要注意符号占最高位（正数0负数1），其表示格式如下：

阶符	阶码	数符	尾数
----	----	----	----

很明显，与科学计数法类似，一个浮点数的表示方法不是唯一的，浮点数所能表示的数值范围由阶码确定，所表示的数值精度由尾数确定。

### 3

## 数据表示

文老师软考教育

◆尾数的表示采用规格化方法，也即带符号尾数的补码必须为1.0xxxx（负数）或者0.1xxxx（正数），其中x可为0或1。

浮点数的运算：

对阶（使两个数的阶码相同，小阶向大阶看齐，较小阶码增加几位，尾数就右移几位）

尾数计算（相加，若是减运算，则加负数）

结果规格化（即尾数表示规格化，带符号尾数转换为1.0xxxx或0.1xxxx）。

## 考试真题

文老师软考教育

如果“2X”的补码是“90H”，那么X的真值是（）。

- A. 72    B. -56    C. 56    D. 111

答案：B

解析：这里主要是考察补码的表示，补码中无正负之分，符号位作为数值参与计数。 $2X$ 的补码90H转换为二进制为1001 0000，可知最高位符号位为1，也就是负数，按照负数转化为补码规则（先取反后加1），求真值应该逆向转化即对补码先-1再取反，得出 $2X$ 的源码为1111 0000，在真值中区分正负，最高位作为符号独立显示，不参与计数（与补码的区别），因此为 $-1110000=-112$ ， $X$ 就是-56。

设16位浮点数，其中阶符1位、阶码值6位、数符1位、尾数8位。若阶码用移码表示，尾数用补码表示，则该浮点数所能表示的数值范围是（）

- A:  $-2^{64} \sim (1-2^{-8}) 2^{64}$   
B:  $-2^{63} \sim (1-2^{-8}) 2^{63}$   
C:  $-2^{64} \sim (1-2^{-8}) 2^{64} \sim (1-2^{-8}) 2^{64}$   
D:  $-(1-2^{-8}) 2^{63} \sim (1-2^{-8}) 2^{63}$

答案：B

阶码用移码表示，共8位，则有 $2^8=64$ 位来表示阶码，取n=64计算出移码可表示最大 $2^{63}$ ，而尾数用补码表示，因为尾数是小数，因此代入补码小数范围的公式，可表示 $-1-(1-2^{-8})$ ，然后首尾分别和2的63次方相乘得出答案是B

## 4

# 校验码

文老师软考教育

◆码距：就单个编码A: 00而言，其码距为1，因为其只需要改变一位就变成另一个编码。**在两个编码中，从A码到B码转换所需要改变的位数称为码距**，如A: 00要转换为B: 11，码距为2。一般来说，码距越大，越利于纠错和检错。

◆奇偶校验码：在编码中**增加1位校验位来使编码中1的个数为奇数（奇校验）或者偶数（偶校验）**，从而使码距变为2。例如：

奇校验：编码中，**含有奇数个1**，发送给接收方，接收方收到后，会计算收到的编码有多少个1，如果是奇数个，则无误，是偶数个，则有误。

偶校验同理，只是编码中**有偶数个1**，由上述，奇偶校验**只能检1位错，并且无法纠错**。

## 4

# 校验码

文老师软考教育

◆CRC只能检错，不能纠错。使用CRC 编码，需要**先约定一个生成多项式G(x)**。生成多项式的最高位和最低位必须是1。假设原始信息有m位，则对应多项式M(x)。生成校验码思想就是在原始信息位后追加若干校验位，使得追加的信息能被G(x)整除。接收方接收到带校验位的信息，然后用G(x)整除。余数为0，则没有错误；反之则发生错误。

例：假设原始信息串为10110，CRC 的生成多项式为 $G(x)=x^4+x+1$ ，求CRC 校验码。

(1) 在原始信息位后面添0，假设**生成多项式的阶为r，则在原始信息位后添加r个0**，本题中，G(x)阶为4，则在原始信息串后加4个0，得到的新串为101100000，作为被除数。

(2) 由多项式得到除数，多项式中x的幂指数存在的位置1，不存在的位置0。本题中，x的幂指数为0,1,4的变量都存在，而幂指数为2,3的不存在，因此得到串10011。

(3) 生成CRC校验码，将前两步得出的被除数和除数进行模2除法运算（即不进位也不借位的除法运算）。除法过程如下图所示。

## 4

### 校验码

文老师软考教育

$$\begin{array}{r} 10011 \sqrt{101100000} \\ \underline{10011} \\ 10100 \\ \underline{10011} \\ 11100 \\ \underline{10011} \\ 1111 \end{array}$$

◆得到余数1111。

注意：余数不足r，则余数左边用若干个0补齐。如求得余数为11，r=4，则补两个0得到0011。

(4) 生成最终发送信息串，将余数添加到原始信息后。上例中，原始信息为10110，添加余数1111后，结果为10110 1111。发送方将此数据发送给接收方。

(5) 接收方进行校验。接收方的CRC校验过程与生成过程类似，接收方接收了带校验和的帧后，用多项式G(x)来除。余数为0，则表示信息无错；否则要求发送方进行重传。

注意：收发信息双方需使用相同的生成多项式。

### 考试真题

文老师软考教育

循环冗余校验码（Cyclic Redundancy Check，CRC）是数据通信领域中最常用的一种差错校验码，该校验方法中，使用多项式除法（模2除法）运算后的余数为校验字段。若数据信息为n位，则将其左移k位后，被长度为k+1位的生成多项式相除，所得的k位余数即构成k个校验位，构成n+k位编码。若数据信息为1100，生成多项式为 $X^3 + X + 1$ （即1011），则CRC编码是（ ）。

- A.1100010      B.1011010      C.1100011      D.1011110

解析

CRC循环校验码的编码流程为：

- 1、在原始信息位后加k个000，即1100000。
- 2、将1100000与生成多项式1011做模2除法，得到余数为010。
- 3、将原始信息位与余数连接起来得到：1100010。

答案：A

## 4

# 校验码

文老师软考教育

◆海明码：本质也是利用奇偶性来检错和纠错的检验方法，构成方法是在数据位之间的确定位置上插入k个校验位，通过扩大码距实现检错和纠错。  
设数据位是n位，校验位是k位，则n和k必须满足以下关系： $2^{k-1} \geq n+k$ 。

例：求信息1011的海明码

### 1.校验位的位数和具体的数据位的位数之间的关系

所有位都编号，从最低位编号，从1开始递增，校验位处于2的n次方中，即处于第1,2,4,8,16,32，……位上，其余位才能填充真正的数据位，若信息数据为1011，则可知，第1,2,4位为校验位，第3,5,6,7位为数据位，用来从低位开始存放1011，得出信息位和校验位分布如下：

7	6	5	4	3	2	1	位数
I <sub>4</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>		I <sub>1</sub>			信息位
			r <sub>2</sub>		r <sub>1</sub>	r <sub>0</sub>	校验位

## 4

# 校验码

文老师软考教育

### 2.计算校验码

将所有信息位的编号都拆分成二进制表示，如下图所示：

$$7=2^2+2^1+2^0, 6=2^2+2^1, 5=2^2+2^0, 3=2^1+2^0;$$

$$r_2 = I_4 \oplus I_3 \oplus I_2;$$

$$r_1 = I_4 \oplus I_3 \oplus I_1;$$

$$r_0 = I_4 \oplus I_2 \oplus I_1;$$

7	6	5	4	3	2	1	位数
1	0	1		1			信息位
			0		0	1	校验位

上图中， $7=4+2+1$ ，表示7由第4位校验位(r2)和第2位校验位(r1)和第1位校验位(r0)共同校验，同理，第6位数据位 $6=4+2$ ，第5位数据位 $5=4+1$ ，第3位数据位 $3=2+1$ ，前面知道，这些2的n次方都是校验位，可知，第4位校验位校验第7 6 5三位数据位，因此，第4位校验位r2等于这三位数据位的值异或，第2位和第1位校验位计算原理同上。

计算出三个校验位后，可知最终要发送的海明校验码为1010101。

## 4

# 校验码

文老师软考教育

### 3. 检错和纠错原理

接收方收到海明码之后，会将每一位校验位与其校验的位数分别异或，即做如下三组运算：

$$\begin{aligned}r_2 \oplus I_4 \oplus I_3 \oplus I_2 \\r_1 \oplus I_4 \oplus I_3 \oplus I_1 \\r_0 \oplus I_4 \oplus I_2 \oplus I_1\end{aligned}$$

7	6	5	4	3	2	1	位数
I <sub>4</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>		I <sub>1</sub>			信息位
			r <sub>2</sub>		r <sub>1</sub>	r <sub>0</sub>	校验位

如果是偶校验，那么运算得到的结果应该全为0，如果是奇校验，应该全为1，才是正确，假设是偶校验，且接收到的数据为1011101（第四位出错），此时，运算的结果为：

$$\begin{aligned}r_2 \oplus I_4 \oplus I_3 \oplus I_2 &= 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1 \\r_1 \oplus I_4 \oplus I_3 \oplus I_1 &= 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0 \\r_0 \oplus I_4 \oplus I_2 \oplus I_1 &= 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0\end{aligned}$$

7	6	5	4	3	2	1	位数
1	0	1		1			信息位
			0		0	1	校验位

这里不全为0，表明传输过程有误，并且按照r<sub>2</sub>r<sub>1</sub>r<sub>0</sub>排列为二进制100，这里指出的就是错误的位数，表示第100，即第4位出错，找到了出错位，纠错方法就是将该位逆转。

# 考试真题

文老师软考教育

海明码是一种纠错码，其方法是为需要校验的数据位增加若干校验位，使得校验位的值决定于某些被校位的数据，当被校数据出错时，可根据校验位的值的变化找到出错位，从而纠正错误。对于32位的数据，至少需要加()个校验位才能构成海明码。

以10位数据为例，其海明码表示为D9D8D7D6D5D4P4D3D2D1P3D0P2P1中，其中D<sub>i</sub>(0≤i≤9)表示数据位，P<sub>j</sub>(1≤j≤4)表示校验位，数据位D9由P<sub>4</sub>、P<sub>3</sub>和P<sub>2</sub>进行校验（从右至左D9的位序为14，即等于8+4+2，因此用第8位的P<sub>4</sub>、第4位的P<sub>3</sub>和第2位的P<sub>2</sub>校验），数据位D5由()进行校验

- A.3      B.4      C.5      D.6  
A.P4P1    B.P4P2    C.P4P3P1    D.P3P2P1

答案：D B

## 1. 体系结构分类

文老师软考教育

体系结构类型	结构	关键特性	代表
单指令流单数据流 SISD	控制部分：一个 处理器；一个 主存模块：一个		单处理器系统
单指令流多数据流 SIMD	控制部分：一个 处理器；多个 主存模块：多个	各处理器以异步的形式执行同一条指令	并行处理器 阵列处理器 超级向量处理器
多指令流单数据流 MISD	控制部分：多个 处理器；一个 主存模块：多个	被证明不可能，至少是不实际	目前没有，有文献称流水线计算机为此类
多指令流多数据流 MIMD	控制部分：多个 处理器；多个 主存模块：多个	能够实现作业、任务、指令等各级全面并行	多处理器系统 多计算机

◆按**处理机的数量**进行分类：单处理系统（一个处理单元和其他设备集成）、并行处理系统（两个以上的处理机互联）、分布式处理系统（物理上远距离且松耦合的多计算机系统）。

◆ **Flynn分类法**：分类有两个因素，即**指令流和数据流**，**指令流由控制部分处理**，每一个控制部分处理一条指令流，多指令流就有多个控制部分；**数据流由处理器来处理**，每一个处理器处理一条数据流，多数据流就有多个处理器；至于**主存模块**，是用来存储的，存储指令流或者数据流，因此，无论是多指令流还是多数据流，都需要多个主存模块来存储，对于主存模块，指令和数据都一样。

◆依据计算机特性，是由**指令来控制数据的传输**，因此，一条指令可以控制一条或多条数据流，但**一条数据流不能被多条指令控制，否则会出错**，就如同上级命令太多还互相冲突，不知道该执行哪个，因此**多指令单数据MISD不可能**。

2

## 指令系统

文老师软考教育

◆计算机指令的组成：一条指令由**操作码**和**操作数**两部分组成，操作码**决定要完成的操作**，操作数指**参加运算的数据及其所在的单元地址**。

在计算机中，操作要求和操作数地址都由二进制数码表示，分别称作操作码和地址码，整条指令以二进制编码的形式存放在存储器中。

◆计算机指令执行过程：**取指令——分析指令——执行指令**三个步骤，首先将程序计数器PC中的指令地址取出，送入地址总线，CPU依据指令地址去内存中取出指令内容存入指令寄存器IR；而后由指令译码器进行分析，分析指令操作码；最后执行指令，取出指令执行所需的源操作数。

## 2

# 指令系统

文老师软考教育

### ◆ 指令寻址方式

**顺序寻址方式**：当执行一段程序时，是一条指令接着一条指令地顺序执行。

**跳跃寻址方式**：指下一条指令的地址码不是由程序计数器给出，而是由本条指令直接给出。程序跳跃后，按新的指令地址开始顺序执行。因此，程序计数器的内容也必须相应改变，以便及时跟踪新的指令地址。

### ◆ 指令操作数的寻址方式

**立即寻址方式**：指令的地址码字段指出的不是地址，而是操作数本身。

**直接寻址方式**：在指令的地址字段中直接指出操作数在主存中的地址。

**间接寻址方式**：指令地址码字段所指向的存储单元中存储的是操作数的地址。

**寄存器寻址方式**：指令中的地址码是寄存器的编号。

**基址寻址方式**：将基址寄存器的内容加上指令中的形式地址而形成操作数的有效地址，其优点是可以扩大寻址能力。

**变址寻址方式**：变址寻址方式计算有效地址的方法与基址寻址方式很相似，它是将变址寄存器的内容加上指令中的形式地址而形成操作数的有效地址。

## 2

# 指令系统

文老师软考教育

CISC是**复杂指令系统**，兼容性强，指令繁多、长度可变，由微程序实现；  
RISC是**精简指令系统**，指令少，使用频率接近，主要依靠硬件实现（通用寄存器、硬布线逻辑控制）。

具体区别如下：

指令系统类型	指令	寻址方式	实现方式	其它
CISC（复杂）	数量多，使用频率差别大，可变长格式	支持多种	微程序控制技术（微码）	研制周期长
RISC（精简）	数量少，使用频率接近，定长格式，大部分为单周期指令，操作寄存器，只有Load/Store操作内存	支持方式少	增加了通用寄存器；硬布线逻辑控制为主；适合采用流水线	优化编译，有效支持高级语言

## 考试真题

文老师软考教育

Flynn分类法根据计算机在执行程序的过程中（ ）的不同组合，将计算机分为4类。当前主流的多核计算机属于（ ）计算机。

- A.指令流和数据流      B.数据流和控制流  
C.指令流和控制流      D.数据流和总线带宽  
A.SISD                  B SIMD                  C.MISD                  D.MIMD

答案：A D

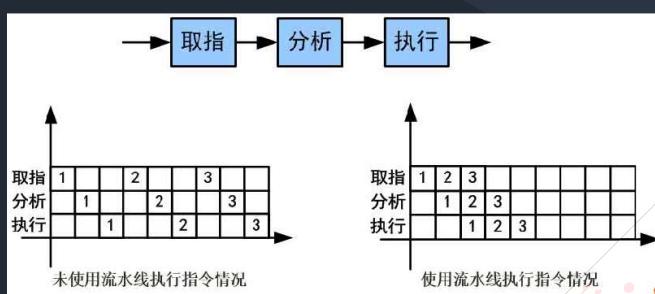
以下关于复杂指令集计算机(Complex Instruction Set Computer,CISC) 的叙述中，正确的是（ ）。

- A.只设置使用频度高的一些简单指令，不同指令执行时间差别很小  
B.CPU 中设置大量寄存器，利用率低  
C.常采用执行速度更快的组合逻辑实现控制器  
D.指令长度不固定，指令格式和寻址方式多

答案：D

## 2. 指令系统

文老师软考教育



◆ 指令流水线原理：将指令分成不同段，每段由不同的部分去处理，因此可以产生叠加的效果，所有的部件去处理指令的不同段

◆ RISC中的流水线技术：

(1) 超流水线 (Super Pipe Line) 技术。它通过细化流水、增加级数和提高主频，使得在每个机器周期内能完成一个甚至两个浮点操作。其实质是以时间换取空间。

(2) 超标量 (Super Scalar) 技术。它通过内装多条流水线来同时执行多个处理，其时钟频率虽然与一般流水接近，却有更小的CPI。其实质是以空间换取时间。

(3) 超长指令字 (Very Long Instruction Word, VLIW) 技术。VLIW 和超标量都是20世纪80年代出现的概念，其共同点是要同时执行多条指令，其不同在于超标量依靠硬件来实现并行处理的调度，VLIW 则充分发挥软件的作用，而使硬件简化，性能提高。

## 2

# 指令系统

文老师软考教育

### ◆流水线时间计算

**流水线周期：**指令分成不同执行段，其中执行时间最长的段为流水线周期。

**流水线执行时间：**1条指令总执行时间+（总指令条数-1）\*流水线周期。

**流水线吞吐率计算：**吞吐率即单位时间内执行的指令条数。

**公式：**指令条数/流水线执行时间。

**流水线的加速比计算：**加速比即使用流水线后的效率提升度，即比不使用流水线快了多少倍，越高表明流水线效率越高，

**公式：**不使用流水线执行时间/使用流水线执行时间。

# 考试真题

文老师软考教育

流水线的吞吐率是指流水线在单位时间里所完成的任务数或输出的结果数。设某流水线有5段，有1段的时间为2ns，另外4段的每段时间为1ns，利用此流水线完成100个任务的吞吐率约为（ ）个/s。

- A. $500 \times 10^6$       B. $490 \times 10^6$       C. $250 \times 10^6$       D. $167 \times 10^6$

解析：流水线执行100个任务所需时间为： $(2+1+1+1+1) + (100 - 1) * 2 = 204$ ns。所以每秒吞吐率为： $(100/204) * 10^9 = 490 * 10^6$ 。注意：1秒=10<sup>9</sup>纳秒。

答案：B

●假设磁盘块与缓冲区大小相同，每个盘块读入缓冲区的时间为15us，由缓冲区送至用户区的时间是5us，在用户区内系统对每块数据的处理时间为1us，若用户需要将大小为10个磁盘块的Docl文件逐块从磁盘读入缓冲区，并送至用户区进行处理，那么采用单缓冲区需要花费的时间为（ ）us；采用双缓冲区需要花费的时间为（ ）us。

- A.150      B.151      C.156      D.201  
A.150      B.151      C.156      D.201

答案：D C

单缓冲区：前两段要合并，是两段流水线， $21+20*(10-1)=201$

双缓冲区：标准三段流水线， $21+15*(10-1)=156$

## 考试真题

文老师软考教育

流水线技术是通过并行硬件来提高系统性能的常用方法。对于一个k段流水线，假设其各段的执行时间均相等（设为t），输入到流水线中的任务是连续的理想情况下，完成n个连续任务需要的总时间为（ ）。若某流水线浮点加法运算器分为5段，所需要的时间分别是6ns、7ns、8ns、9ns和6ns，则其最大加速比为（ ）。

- A.nkt              B.(k+n-1)t              C.(n-k)kt              D.(k+n+1)t  
A.4              B.5              C.6              D.7

答案：B A

解析：当流水线各段执行时间相等时，公式化简后，完成n个连续任务需要的总时间为 $(k+n-1)*t$ 。加速比定义为顺序执行时间与流水线执行时间的比值，根据题干假设，假设一共有n条指令，则顺序执行时间为 $(6+7+8+9+6)*n=36n$ ，该流水线周期为最长的9ns，则在流水线中的执行时间为 $36+9*(n-1)=9n+27$ ，因此加速比为 $36n/(9n+27)$ ，题目问的是最大加速比，由这个公式可以知道，当n越大时，该公式值越大，因此最大的时候就是n趋向于无穷大的时候，此时可忽略分母的27，也就是 $36n/9n=4$ .

## 3 存储系统

文老师软考教育

◆计算机采用分级存储体系的主要目的是为了解决存储容量、成本和速度之间的矛盾问题。

◆两级存储：Cache-主存、主存-辅存（虚拟存储体系）。

◆**局部性原理**：总的来说，在CPU运行时，所访问的数据会趋向于一个较小的局部空间地址内，包括下面两个方面：

时间局部性原理：如果一个数据项正在被访问，那么在近期它很可能被再次访问，即在**相邻的时间里会访问同一个数据项**。

空间局部性原理：在最近的将来会用到的数据的地址和现在正在访问的数据地址很可能是相近的，即**相邻的空间地址会被连续访问**。



### 3

## 存储系统

文老师软考教育

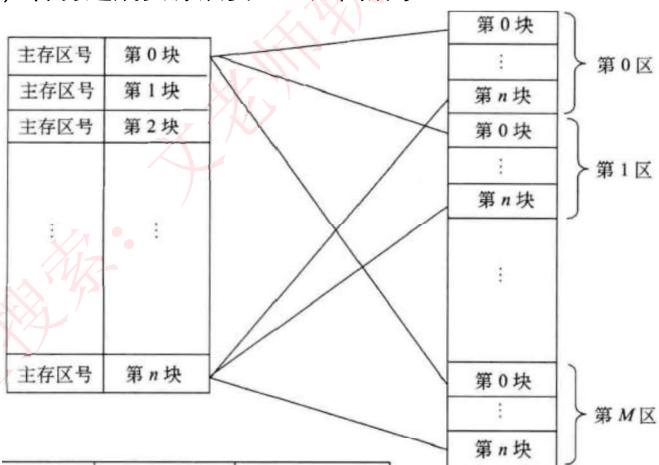
- ◆ 高速缓存Cache用来存储当前**最活跃的程序和数据**，直接与CPU交互，位于**CPU和主存之间**，容量小，速度为内存的5-10倍，由半导体材料构成。其内容是主内存的副本拷贝，对于程序员来说是透明的。
- ◆ Cache由**控制部分和存储器**组成，存储器存储数据，控制部分判断CPU要访问的数据是否在Cache中，在则命中，不在则依据一定的算法从主存中替换。
- ◆ 地址映射：在CPU工作时，送出的是**主存单元的地址**，而应从**Cache存储器中读/写信息**。这就需要**将主存地址转换为Cache存储器地址**，这种地址的转换称为**地址映像**，由**硬件自动完成映射**，分为下列三种方法：

### 3

## 存储系统

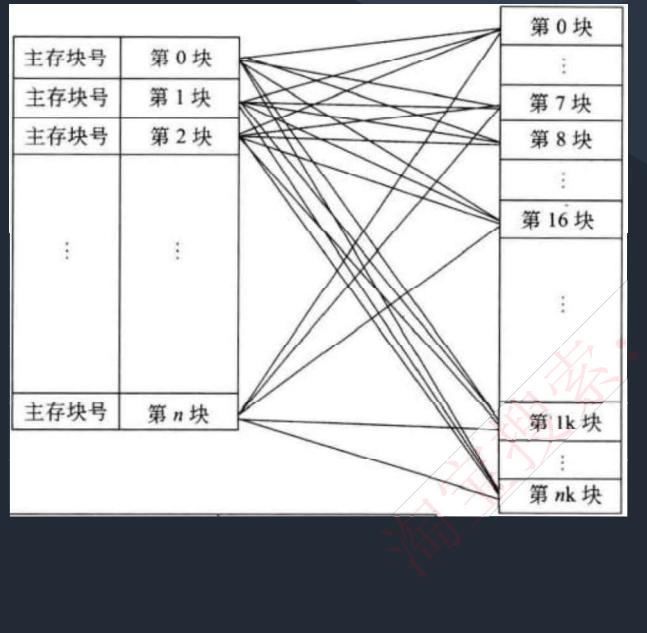
文老师软考教育

- ◆ 直接映像：将**Cache存储器等分成块**，**主存也等分成块并编号**。主存中的块与Cache中的块的对应关系是固定的，也即**二者块号相同才能命中**。地址变换简单但不灵活，容易造成资源浪费。（如图所示）



### 3. 存储系统

文老师软考教育



◆全相联映像：同样都等分成块并编号。主存中任意一块都与Cache中任意一块对应。因此可以随意调入Cache任意位置，但地址变换复杂，速度较慢。因为主存可以随意调入Cache任意块，只有当Cache满了才会发生块冲突，是最不容易发生块冲突的映像方式。

◆组组相连映像：前面两种方式的结合，将Cache存储器先分块再分组，主存也同样先分块再分组，组间采用直接映像，即主存中组号与Cache中组号相同的组才能命中，但是组内全相联映像，也即组号相同的两个组内的所有块可以任意调换。

3

存储系统

文老师软考教育

◆替换算法的目标就是使Cache 获得尽可能高的命中率。常用算法有如下几种。

- (1) 随机替换算法。就是用随机数发生器产生一个要替换的块号，将该块替换出去。
- (2) 先进先出算法。就是将最先进入Cache 的信息块替换出去。
- (3) 近期最少使用算法。这种方法是将近期最少使用的Cache 中的信息块替换出去。
- (4) 优化替换算法。这种方法必须先执行一次程序，统计Cache 的替换情况。有了这样的先验信息，在第二次执行该程序时便可以用最有效的方式来替换。

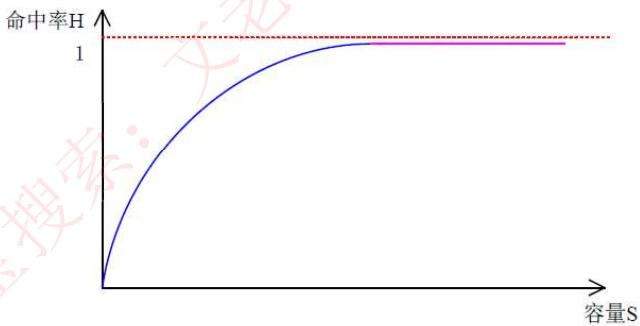
### 3

## 存储系统

文老师软考教育

### ◆命中率及平均时间

Cache有一个命中率的概念，即当CPU所访问的数据在Cache中时，命中，直接从Cache中读取数据，设读取一次Cache时间为1ns，若CPU访问的数据不在Cache中，则需要从内存中读取，设读取一次内存的时间为1000ns，若在CPU多次读取数据过程中，有90%命中Cache，则CPU读取一次的平均时间为 $(90\% \times 1 + 10\% \times 1000) \text{ ns}$



## 考试真题

文老师软考教育

按照Cache地址映像的块冲突概率，从高到低排列的是（ ）。

- A. 全相联映像 → 直接映像 → 组相联映像
- B. 直接映像 → 组相联映像 → 全相联映像
- C. 组相联映像 → 全相联映像 → 直接映像
- D. 直接映像 → 全相联映像 → 组相联映像

答案：B

以下关于Cache与主存间地址映射的叙述中，正确的是（ ）。

- A. 操作系统负责管理Cache与主存之间的地址映射
- B. 程序员需要通过编程来处理Cache与主存之间的地址映射
- C. 应用软件对Cache与主存之间的地址映射进行调度
- D. 由硬件自动完成Cache与主存之间的地址映射

答案：D

### 3

## 存储系统

文老师软考教育

基本概念：K、M、G是数量单位，在存储器里相差1024倍。

b，B是存储单位， $1B = 8b$

真题：地址编号从80000H到BFFFFH且按字节编址的内存容量为(5 )KB,若用16K\*4bit的存储器芯片构成该内存，共需（ ）片

- |       |       |       |        |
|-------|-------|-------|--------|
| A.128 | B.256 | C.512 | D.1024 |
| A.8   | B.16  | C.32  | D.64   |

答案：B C

解析：首先计算出地址段包含的存储空间数，为 $BFFFFH - 80000H + 1 = 40000H$ ，按字节编制，即一个存储空间占一个字节，共40000H个字节，转换为十进制即256KB；该存储芯片总容量为 $16K \times 0.5B = 8KB$ ，因此共需 $256/8 = 32$ 片该芯片才够存储。

特别提醒：不要硬算，要化简为2的幂指数来算。

### 3

## 存储系统

文老师软考教育

### ◆磁盘结构和参数

磁盘有正反两个盘面，每个盘面有多个同心圆，每个同心圆是一个磁道，每个同心圆又被划分为多个扇区，数据就被存放在一个个扇区中。

磁头首先要寻找到对应的磁道，然后等待磁盘进行周期旋转，旋转到指定的扇区，才能读取到对应的数据，因此，会产生寻道时间和等待时间。公式为：  
 $存取时间 = 寻道时间 + 等待时间 (平均定位时间 + 转动延迟)$ 。

注意：寻道时间是指磁头移动到磁道所需的时间；等待时间为等待读写的扇区转到磁头下方所用的时间。

### 3

## 存储系统

文老师软考教育

### ◆磁盘调度算法

之前已经说过，磁盘数据的读取时间分为寻道时间+旋转时间，也即先找到对应的磁道，而后再旋转到对应的扇区才能读取数据，其中**寻道时间耗时最长**，需要重点调度，有如下调度算法：

**先来先服务FCFS**：根据进程请求访问磁盘的先后顺序进行调度。

**最短寻道时间优先SSTF**：请求访问的磁道与当前磁道最近的进程优先调度，使得每次的寻道时间最短。会产生“饥饿”现象，即远处进程可能永远无法访问。

**扫描算法SCAN**：又称“电梯算法”，磁头在磁盘上双向移动，其会选择离磁头当前所在磁道最近的请求访问的磁道，并且与磁头移动方向一致，磁头永远都是从里向外或者从外向里一直移动完才掉头，与电梯类似。

**单向扫描调度算法CSCAN**：与SCAN不同的是，其只做单向移动，即只能从里向外或者从外向里。

## 考试真题

文老师软考教育

假设某磁盘的每个磁道划分成11个物理块，每块存放1个逻辑记录。逻辑记录R0, R1, . . . , R9, R10存放在同一个磁道上，记录的存放顺序如下表所示：

物理块 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>	10 <sup>e</sup>	11 <sup>e</sup>
逻辑记录 <sup>e</sup>	R0 <sup>e</sup>	R1 <sup>e</sup>	R2 <sup>e</sup>	R3 <sup>e</sup>	R4 <sup>e</sup>	R5 <sup>e</sup>	R6 <sup>e</sup>	R7 <sup>e</sup>	R8 <sup>e</sup>	R9 <sup>e</sup>	R10 <sup>e</sup>

如果磁盘的旋转周期为33ms，磁头当前处在R0的开始处。若系统使用单缓冲区顺序处理这些记录，每个记录处理时间为3ms，则处理这11个记录的最长时间为（ ）；若对信息存储进行优化分布后，处理11个记录的最少时间为（ ）。

- A.33ms B.336ms C.366ms D.376ms  
A.33ms B.66ms C.86ms D.93ms

答案： C B

第二种情况优化如下：

物理块 <sup>e</sup>	1 <sup>e</sup>	2 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	5 <sup>e</sup>	6 <sup>e</sup>	7 <sup>e</sup>	8 <sup>e</sup>	9 <sup>e</sup>	10 <sup>e</sup>	11 <sup>e</sup>
逻辑记录 <sup>e</sup>	R0 <sup>e</sup>	R6 <sup>e</sup>	R1 <sup>e</sup>	R7 <sup>e</sup>	R2 <sup>e</sup>	R8 <sup>e</sup>	R3 <sup>e</sup>	R9 <sup>e</sup>	R4 <sup>e</sup>	R10 <sup>e</sup>	R5 <sup>e</sup>

## 考试真题

文老师软考教育

在磁盘调度管理中，应先进行移臂调度，再进行旋转调度。假设磁盘移动臂位于21号柱面上，进程的请求序列如下表所示。如果采用最短移臂调度算法，那么系统的响应序列应为（ ）。

- A.②⑧③④⑤①⑦⑥⑨
- B.②③⑧④⑥⑨①⑤⑦
- C.①②③④⑤⑥⑦⑧⑨
- D.②⑧③⑤⑦①④⑥⑨

答案： D

请求序列	柱面号	磁头号	扇区号
①	17	8	9
②	23	6	3
③	23	9	6
④	32	10	5
⑤	17	8	4
⑥	32	3	10
⑦	17	7	9
⑧	23	10	4
⑨	38	10	8

4

## 输入输出技术

文老师软考教育

◆计算机系统中存在多种内存与接口地址的编址方法，常见的是下面两种：

1) 内存与接口地址独立编址方法

内存地址和接口地址是完全独立的两个地址空间。访问数据时所使用的指令也完全不同，用于接口的指令只用于接口的读/写，其余的指令全都是用于内存的。因此，在编程序或读程序时很易使用和辨认。这种编址方法的缺点是用于接口的指令太少、功能太弱。

2) 内存与接口地址统一编址方法

内存地址和接口地址统一在一个公共的地址空间里，即内存单元和接口共用地址空间。优点是原则上用于内存的指令全都可以用于接口，这就大大地增强了对接口的操作功能，而且在指令上也不再区分内存或接口指令。该编址方法的缺点就在于整个地址空间被分成两部分，其中一部分分配给接口使用，剩余的为内存所用，这经常会导致内存地址不连续。

## 4

# 输入输出技术

文老师软考教育

计算机和外设间的数据交互方式：

- ◆ **程序控制（查询）方式**：CPU主动查询外设是否完成数据传输，效率极低。
- ◆ **程序中断方式**：外设完成数据传输后，向CPU发送中断，等待CPU处理数据，效率相对较高。**中断响应时间**指的是从发出中断请求到开始进入中断处理程序；**中断处理时间**指的是从中断处理开始到中断处理结束。**中断向量**提供中断服务程序的入口地址。多级中断嵌套，使用堆栈来保护断点和现场。
- ◆ **DMA方式（直接主存存取）**：CPU只需完成必要的初始化等操作，数据传输的整个过程都由DMA控制器来完成，在主存和外设之间建立直接的数据通路，效率很高。
- ◆ 在一个总线周期结束后，CPU会响应DMA请求开始读取数据；CPU响应程序中断方式请求是在一条指令执行结束时。

## 4

# 输入输出技术

文老师软考教育



## 5

# 总线结构

文老师软考教育

◆总线（Bus），是指计算机设备和设备之间传输信息的公共数据通道。总线是连接计算机硬件系统内多种设备的通信线路，它的一个重要特征是由总线上的所有设备共享，因此可以将计算机系统内的多种设备连接到总线上。

◆从广义上讲，任何连接两个以上电子元器件的导线都可以称为总线，通常分为以下三类：

**内部总线：**内部芯片级别的总线，芯片与处理器之间通信的总线。

**系统总线：**是板级总线，用于计算机内各部分之间的连接，具体分为**数据总线**（并行数据传输位数）、**地址总线**（系统可管理的内存空间的大小）、**控制总线**（传送控制命令）。代表的有ISA总线、EISA总线、PCI总线。

**外部总线：**设备一级的总线，微机和外部设备的总线。代表的有RS232（串行总线）、SCSI（并行总线）、USB（通用串行总线，即插即用，支持热插拔）。

## 考试真题

文老师软考教育

计算机系统中常用的输入/输出控制方式有无条件传送、中断、程序查询和DMA方式等。当采用（ ）方式时，不需要CPU执行程序指令来传送数据。

- A.中断
- B.程序查询
- C.无条件传送
- D.DMA

答案: D

以下关于总线的说法中，正确的是（ ）。

- A.串行总线适合近距离高速数据传输，但线间串扰会导致速率受限
- B.并行总线适合长距离数据传输，易提高通信时钟频率来实现高速数据传输
- C.单总线结构在一个总线上适应不同种类的设备，设计复杂导致性能降低
- D.半双工总线只能在一个方向上传输信息

答案: C

# 1

## 计算机可靠性

文老师软考教育

### ◆ 可靠性指标

平均无故障时间MTTF=1/失效率。

平均故障修复时间MTTR=1/修复率。

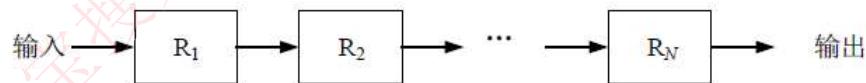
平均故障间隔时间MTBF=MTTF+MTTR。

系统可用性=MTTF/(MTTF+MTTR)\*100%。

### ◆ 串联系统可靠性

无论什么系统，都是由多个设备组成的，协同工作，而这多个设备的组合方式可以是串联、并联，也可以是混合模式，假设每个设备的可靠性为R1, R2.....Rn，则不同的系统的可靠性公式如下：

串联系统，一个设备不可靠，整个系统崩溃，整个系统可靠性 $R=R_1 * R_2 * \dots * R_n$ 。

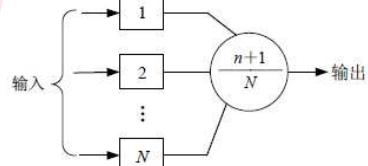
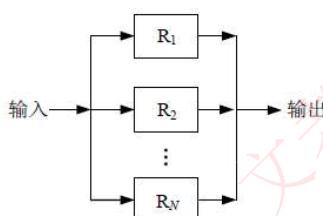


# 1

## 计算机可靠性

文老师软考教育

◆ 并联系统，所有设备都不可靠，整个系统才崩溃，整个系统可靠性 $R=1-(1-R_1) * (1-R_2) * \dots * (1-R_n)$ 。

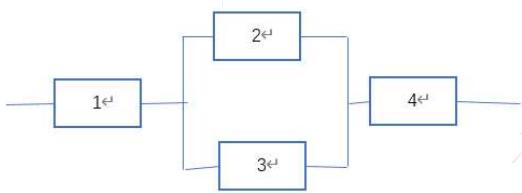


◆ N模冗余系统：N模冗余系统由N个（N=2n+1）相同的子系统和一个表决器组成，表决器把N个子系统中占多数相同结果的输出作为输出系统的输出，如图所示。在N个子系统中，只要有n+1个或n+1个以上子系统能正常工作，系统就能正常工作，输出正确的结果。

## 考试真题

文老师软考教育

某系统的可靠性结构框图如下图所示，假设部件1、2、3的可靠度分别为0.90；0.80；0.80（部件2、3为冗余系统）若要求该系统的可靠度不小于0.85，则进行系统设计时，部件4的可靠度至少应为（ ）。



A. $\frac{0.85}{0.9 \times [1 - (1 - 0.8)^2]}$	B. $\frac{0.85}{0.9 \times (1 - 0.8)^2}$
C. $\frac{0.85}{0.9 \times (0.8 + 0.8)}$	D. $\frac{0.85}{0.9 \times (0.8 + 0.8)}$

答案：A

解析：混合系统可靠性的公式变换，设部件4可靠性为x，则有方程 $0.9 * (1 - (1 - 0.8) * (1 - 0.8)) * x \geq 0.85$ ，由此可解出x为A。

# 谢谢！

文老师软考教育