

率变化不大。

综上,异步电动机的功率因数和工作效率都是在额定负载附近达到最大值,因此选用电动机时,应尽量使电动机在额定负载附近运行,以提高经济效益。

【例 7.3-3】 三相异步电动机的运行效率,如下说法正确的是( )。

(A) 运行效率与功率为单调增关系

(B) 若  $P_m$  为效率最高时的负载,则  $[0, P_m]$  区间内的运行效率与功率为单调增关系

(C) 运行效率与功率为单调减关系

(D) 若  $P_m$  为效率最高时的负载,则  $[0, P_m]$  区间内的运行效率与功率为单调减关系

解:答案为选项(B)。此题答案不难从图 7.3-8 获知。

### 7.3.6 简单继电—接触控制电路

继电接触控制通过低压控制电器实现对被控对象——三相异步电动机的运行状态(如电动机的启动、电动机的正转和反转以及电动机的停止等)的控制,通常需要组织专门的控制电路。按钮和交流接触器是对电动机实施各种控制时必不可少的控制电器,而在需要对电动机实施时间控制时,则要增加时间继电器,在需要对电动机实施位置控制时,需要增加行程开关。

#### 1. 常见低压电器

##### (1) 按钮

按钮是一种手动主令电器,如图 7.3-11 所示。图中,SB 是按钮的文字符号,常闭触点为按钮动作时(称为常态)触点处于闭合状态,常开触点为按钮处于常态下,触点处于断开状态。按下按钮,常开触点闭合、常闭触点断开,因此,常开触点又称作动合触点、常闭触点又称作动断触点。图中虚线表示该按钮的两个相关触点联动,即按下按钮, a-a' 间断开, b-b' 间连通。

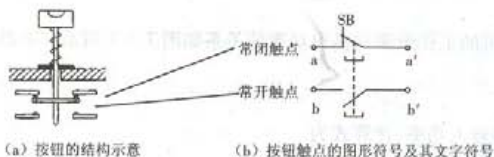


图 7.3-11 按钮触点

##### (2) 交流接触器

交流接触器是一种电磁式自动电器,它的最核心的电器部分包括励磁线圈、三对常开主触点及若干对常开、常闭辅助触点,主触点与辅助触点的区别在于主触点可以通过较大电流,设有隔离和灭弧装置,通常串接在主电路中三相电源刀闸(也可以是空气开关)与三相异步电动机的定子绕组之间,而流过辅助触点的电流较小,励磁线圈和辅助触点均在控制电路中。交流接触器的图形符号及文字符号如图 7.3-12 所示, KM 是交流接触器的文字符号。

值得注意的是:同一电器内的不同电器部分借助文字符号的下标来体现。

交流接触器的工作过程大致为:励磁线圈中一旦有足够强度的电流通过,就产生磁力,在电磁力的作用下,使器件中的所有常开触点立即闭合,所有常闭触点立即断开,线圈失电或电流强度不够时,所有触点立即恢复常态。

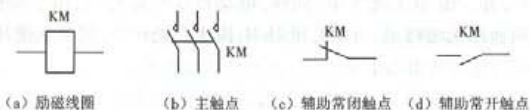


图 7.3-12 交流接触器电器部分的图形符号及文字符号

## 2. 基本控制电路

### 1) 电动机连续运行——自锁控制

通过自锁控制电路(图 7.3-13)实现电动机的连续运行控制。其中,电动机的供电电路称为主电路,由于交流接触器的常开主触点  $KM_{1-3}$  的出现,当刀闸开关 QS 闭合后,只有  $KM_{1-3}$  闭合,电动机才能启动运行,又由于  $KM_{1-3}$  闭合的前提必须使交流接触器的励磁线圈通电,因此搭建了一个为线圈 KM 送电的电路,即控制电路部分。当按下 2SB 启动按钮后,接触器线圈 KM 得电,与 2SB 并联的常开辅助触点  $KM_4$  闭合,主电路中的常开主触点  $KM_{1-3}$  闭合,电动机旋转运行,由于  $KM_4$  触点与 2SB 并联,因此 2SB 抬起后,通过 1SB 按钮 -  $KM_4$  触点 - KM 线圈电流通路,使 KM 线圈能继续得电,电动机继续工作。当需要电动机停止工作,只需按下 1SB 停止按钮,切断 KM 线圈的电通路,  $KM_{1-3}$  恢复常态即可。

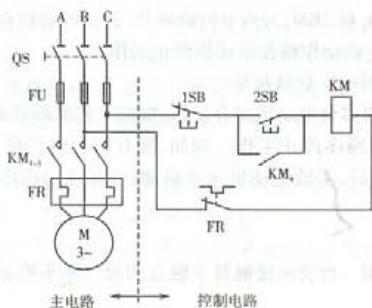


图 7.3-13 电动机启动、连续运行和停止的控制电路

由于  $KM_4$  触点与 2SB 并联,所以,电动机一旦启动正常工作,2SB 的状态再不会影响电动机的工作。试想:去掉  $KM_4$  触点,是否影响电动机的运行? 去掉  $KM_4$  触点,2SB 按钮抬起, KM 线圈立即失电,电动机停止运行(这个控制过程称点动控制)。因此,2SB 上并接  $KM_4$  触点是电动机连续运行的关键,称此环节为自锁环节。由此实现的连续运行控制为自锁控制。

### 2) 电动机正反转控制——互锁控制

三相异步电动机正反转运行的控制电路如图 7.3-14,该电路有两个交流接触器。主电路中,交流接触器 1KM 的触点接通后电动机得到的电流相序和 2KM 的触点接通后的电流相序相反,若假设  $1KM_{1-3}$  触点接通后电动机正转运行,则  $2KM_{1-3}$  触点接通时电动机反转运行。但不允许  $1KM_{1-3}$  触点和  $2KM_{1-3}$  触点同时接通,否则,将出现电源短路事故。为了避免  $1KM_{1-3}$  触点和  $2KM_{1-3}$  触点同时接通,在正转控制回路中串入反转接触器 2KM 的常闭触点  $2KM_5$ ,在反转控制回路中串入正转接触器 1KM 的常闭触点  $1KM_5$ 。显然,电动机正转运行时,因接触器线圈 1KM 得电而使其常闭触点  $1KM_5$  断开,造成接触器线圈 2KM 的通路处于断开状态,即使

按下本支路的启动按钮 3SB 也无济于事,同样,电动机反转运行时,由于常闭触点  $2KM_2$  的存在,正转接触器线圈通路无法接通。 $1KM_2$  和  $2KM_2$  构成互锁环节,包含互锁环节的控制方案通常称为互锁控制。

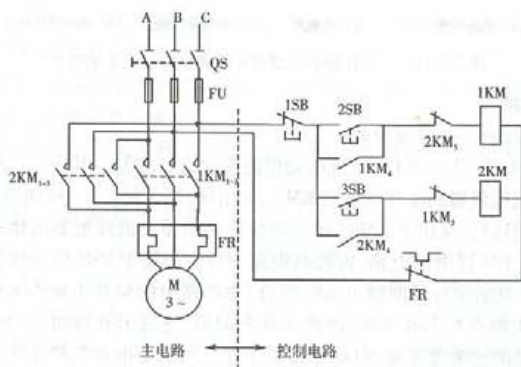


图 7.3-14 电动机正反转控制电路

图 7.3-14 电路中,  $1KM_2$  和  $2KM_2$  为两个自锁环节, 保证电动机在正、反两个方向上均能连续运行, 1SB 为停止按钮, 它的动作确保电动机停止工作。

### 3) 多台电动机顺序控制——联锁控制

在生产过程中往往需要多台电动机配合工作, 根据工艺流程要求, 需要它们按照预计的顺序投入工作, 再按照预计的顺序停止工作。例如, 现有两台电动机(油泵电动机和主轴电动机), 要求: 油泵电动机启动后, 主轴电动机才能启动; 油泵电动机停止后, 主轴电动机也必须立即停止。

#### (1) 主电路设计

两台电动机各自需要一台交流接触器主触点的通与断来控制电动机的运行, 接线方案如图 7.3-15。

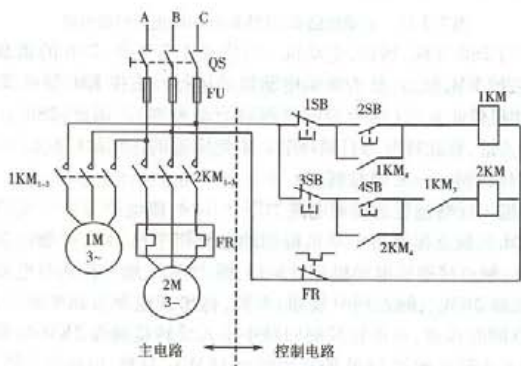


图 7.3-15 电动机顺序控制电路

## (2) 控制电路设计

交流接触器 1KM 控制油泵电动机,交流接触器 2KM 控制主轴电动机。无论是油泵电动机还是主轴电动机,它们的运行状态都是连续运行,因此需要搭建各自的自锁控制电路。由于要求 2KM 支路的导通以 1KM 支路先导通,因此用 1KM 的常开辅助触点  $1KM_3$  与交流线圈 2KM 串联,这样保证了只有线圈 1KM 得电,油泵电动机启动运行, $1KM_3$  才闭合,当按下 4SB 按钮(主轴电动机启动按钮)后,控制主轴电动机的接触器 2KM 才能得电,主轴电动机得以运转,实现了两台电动机顺序启动的要求;在两台电动机均处于运行状态时,按下了 1SB,则会立即切断线圈 1KM 的通路,油泵电动机停止运行,与此同时,由于  $1KM_3$  触点的断开,造成 2KM 线圈失电,主轴电动机停止运行。

这种用一台交流接触器的触点去制约其他交流接触器线圈的通与断的控制方法称为联锁控制,它与自锁控制、互锁控制构成电动机的三种基本控制方式。

### 3. 继电器接触控制的常规保护

#### (1) 短路保护

电源下方的熔断器 QS 用于实现对电源的短路保护。

#### (2) 过载保护

三相异步电动机的过载保护通常借助热继电器 FR 来完成。它的主要电器部分是过载检测元件(也称为热元件)和过载动作触点。热继电器的热元件串接在电动机的主电路中,常闭触点则串联在控制电路的干路上。正常情况下,常闭触点处于闭合状态,当电动机过载到一定程度时,热元件中的电流形成热量积累,就会在规定的时间内动作,诱发常闭触点动作(常闭触点断开),切断控制电路电源,使交流接触器失电,主触点打开,电动机停止工作。

#### (3) 欠压(失压)保护

电网电压的下降会造成电动机因电磁转矩下降而停止工作,这时需要切断电源,避免电动机因通电状态而造成的烧毁。通过欠压保护即可实现。

失压保护是指在电网电压断电后主动切断电源,避免停止工作的电动机自动运行。

这两种保护均由自锁环节完成。

#### (4) 行程保护

利用位置检测使运行中的电动机及时停转的控制为行程保护。行程开关是实现电动机行程保护的重要电器,具体方法略。

## 7.4 模拟电子技术

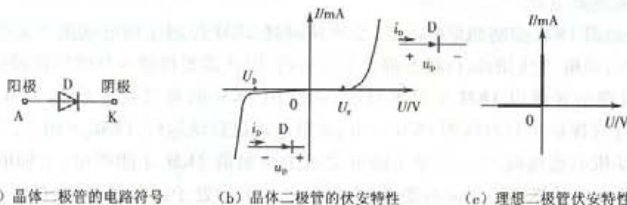
### 7.4.1 晶体二极管

晶体二极管由 PN 结组成,是一种半导体器件,具有单向导电性,即当二极管加正向电压(阳极电位高于阴极电位),二极管导通,管压降近乎为 0 ( $u_n \approx 0$ ),理想情况相当于短路;当二极管加反向电压后,电流几乎消失,  $i_n \approx 0$ ,二极管像是断开,因此,晶体二极管通常做“电子开关”使用。

晶体二极管的电路符号及伏安特性如图 7.4-1 所示,图中  $U_T$  为死去电压(锗管为 0.1 ~ 0.3 V,硅管为 0.5 ~ 0.7 V), $U_0$  为击穿电压。

【例 7.4-1】如图 7.4-2 所示电路, $D_A$ 、 $D_n$  为理性二极管。已知:  $U_S = -5 \text{ V}$ ,  $u_A = 3 \text{ V}$ ,  $u_n$





(a) 晶体二极管的电路符号

(b) 晶体二极管的伏安特性

(c) 理想二极管伏安特性

图 7.4-1 晶体二极管的电路符号及伏安特性

$= 0 \text{ V}$ , 试确定输出端电压  $u_F$ 。

解: 二极管加正向电压后导通, 因为  $U_S < u_A$ 、 $U_S < u_B$ , 两个二极管均加正向电压, 但因  $u_A > u_B$ , 所以,  $D_A$  优先导通,  $u_F = u_A = 3 \text{ V}$ , 此时,  $D_A$  的导通造成  $D_B$  被加反向电压, 因此  $D_B$  处于截止断开状态。

该电路中的二极管  $D_A$  将输出端电压限定在  $3 \text{ V}$ , 即  $u_F = 3 \text{ V}$

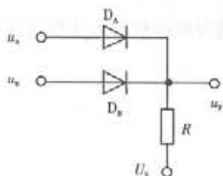


图 7.4-2

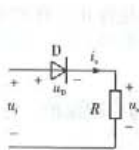
## 7.4.2 二极管单相整流电路

整流电路是指将交流电转换成直流电的电路。整流电路的类型很多, 按输出波形可分半波和全波整流, 按输入电源的相数可分单相和多相整流电路, 按元件的特性又可分为不可控整流和可控整流。下面重点讨论单相半波和单相全波整流电路。

### 1. 单相半波整流电路

简单的单相整流电路如图 7.4-3(a) 所示。设电路的输入电压

$$u_i = \sqrt{2} U \sin \omega t$$



(a) 单相半波整流电路

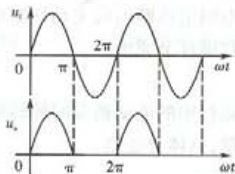
(b) 单相半波整流电路  $u_i$  与  $u_o$  的波形

图 7.4-3 单相半波整流

则当输入电压  $u_i$  为正半周  $0 \sim \pi$  期间, 二极管  $D$  处于正向导通状态, 如果忽略二极管正向电压, 则  $u_o = u_i$ ; 而当输入电压  $u_i$  为负半周  $\pi \sim 2\pi$  期间, 二极管  $D$  则处于反向截止状态, 负载电阻上无电流流通, 使  $u_o = 0$ 。如此周而复始, 得输出波形如图 7.4-3(b) 所示。输出电压  $u_o$  的平均值  $U_o$  与输入电压的有效值  $U_i$  具有以下关系:

$$U_o = 0.45 U_i \quad (7.4-1)$$

该电路实现了交流变直流, 但由于在每一个周期中, 只有输入电压的正半个周期得到利用, 所以称图 7.4-2(a) 电路为“半波整流”电路。

## 2. 单相桥式(全波)整流电路

半波整流电路只利用了输入电压的半个周期,所得整流电压的脉动较大。为了克服这些问题,采用四个二极管组成图 7.4.4 所示的全波整流电路。该电路在输入电压  $u_1$  为正半周  $0 \sim \pi$  期间,二极管  $D_1$ 、 $D_4$  处于正向导通状态, $D_2$ 、 $D_3$  处于反向截止状态, $a \rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_4 \rightarrow b$  形成电流  $i_o$  通路,如果忽略二极管正向电压,则负载电阻两端电压  $u_o = u_1$ ;而在输入电压  $u_1$  为负半周  $\pi \sim 2\pi$  期间,二极管  $D_2$ 、 $D_3$  处于正向导通状态,二极管  $D_1$ 、 $D_4$  处于反向截止状态, $b \rightarrow D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_3 \rightarrow a$  形成电流  $i_o$  通路,于是负载电阻上电压  $u_o = -u_1$ 。如此周而复始,得输出波形如图 7.4.4 (b) 所示。

显然,输出电压的平均值与输入电压的有效值具有以下关系:

$$U_o = 0.9U_1 \quad (7.4-2)$$

【例 7.4-2】如图 7.4-5 所示整流电路,设其非故障状态下的输出电压  $u_o$  的平均值  $U_o = 18\text{ V}$ ,若二极管  $D_1$  因损坏而断开,则输出电压  $u_o$  的波形及其平均值  $U_o$  为( )。

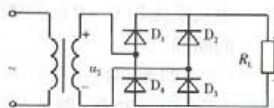
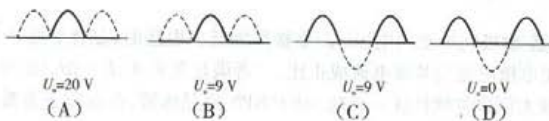


图 7.4-5 例 7.4-2 图(1)



解:答案为选项(C)。

图示电路在非故障状态下具有全波整流作用,输出波形如图 7.4-6 (a) 所示,输出电压  $U_o$  的平均值与  $u_2$  有效值之间存在关系式:  $U_o = 0.9U_2$ , 根据已知  $U_o = 18\text{ V}$  可得:  $U_2 = 20\text{ V}$ 。当  $D_1$  损坏而断开后,电路变为半波整流电路,其输出波形如图 7.4-6 (b) 所示,半波整流电路输出电压  $U_o$  的平均值与  $u_2$  有效值之间存在关系式:  $U_o = 0.45U_2$ , 所以,  $U_2 = 0.9\text{ V}$ 。故选项 (C) 正确。



图 7.4-6 例 7.4-2 图(2)

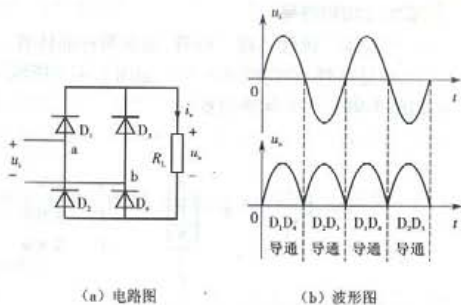


图 7.4.4 全波整流电路

## 7.4.3 双极型晶体三极管

### 1. 基本结构和符号

双极型晶体三极管又称三极管,通常简称晶体管。晶体管根据组成材料分为NPN型晶体管和PNP型晶体管,它们的图形符号如图7.4-7所示。由于两种材料的晶体管的工作特性类似,下面围绕NPN型晶体管讨论。



图 7.4-7 晶体管结构示意图及电路符号

### 晶体管的工作区

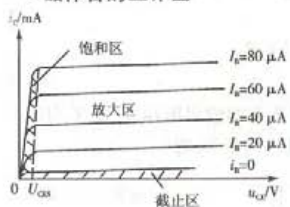


图 7.4-8 晶体管的工作区域

晶体管的工作区域如图7.4-8,共分为三个工作区,即截止区、放大区和饱和区,由其外部条件决定。

#### (1) 截止区

当晶体管的基-射极之间电压  $U_{BE} < U_T$  (死区电压) 时,基-射极之间电流为0 ( $i_B = 0$ ),这造成集-射极间电流也几乎为0 ( $i_C \approx 0$ ),晶体管处于截止区,集-射极之间如同断开。

#### (2) 饱和区

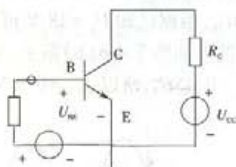
若晶体管的基-射极间及基-集极间均加正向电压,则其集-射极间几乎无电压, ( $u_{CE} \approx 0$ ),晶体管处于饱和区,集-射极之间好似短路。

#### (3) 放大区

若晶体管的基-射极间加正向电压、基-集极间加反向电压时,晶体管处于放大区。处于放大区的晶体管,集电极电流与基极电流成正比,二者满足关系式:  $I_C = \beta I_B$  ( $\beta$  为晶体管的电流放大系数),因此,放大区也称线性区。此时,对于NPN型晶体管,存在以下关系:

$$U_{BE} \approx 0.7 \text{ V}, u_{CE} > U_{CES}, i_C < I_{CS}$$

晶体管三个工作区所对应的工作条件如图7.4-9。



(a) 截止  $U_{BE} > U_T, u_{CE} \approx U_{CC}$

(b) 放大  $U_{BE} > U_T, U_{CE} < 0$

(c) 饱和  $U_{BE} > U_T, U_{CE} < 0$

图 7.4-9 晶体管放大电路及其工作状态

以上描述电路电压、电流用的文字符号的含义:大写英文字母表示恒定量,小写英文字母

表示随时间变化的量,大写英文角标表示直流量,小写英文角标表示交流量。例如  $U_{CE}$  表示该电压固定不变,  $u_{ce}$  表示该电压的大小随时间变化,但方向不变,  $u_{ce}$  则表示该电压是交变的。

### 3. 晶体管的开关状态和放大状态

晶体管有两种工作状态,即开关状态和放大状态。

晶体管处于截止区,集-射极之间如同断开,可用开关的断开状态表示;晶体管处于饱和区,集-射极之间好似短路,相当于开关的闭合状态。这两种状态合称为开关状态,数字电子电路中晶体管就是处于开关状态。

晶体管工作于放大区时,晶体管的状态为放大状态。模拟电子电路中,晶体管工作于放大状态。

### 4. 晶体管处于放大状态时的小信号模型

晶体管放大电路的主要目的是对小信号(微弱信号)进行无失真放大,当晶体管工作于放大区时,可将晶体管用一个等效模型——小信号模型表示,如图 7.4-10 所示。

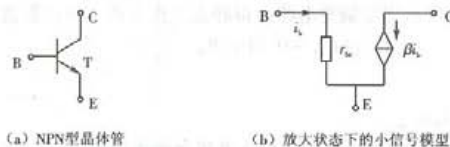


图 7.4-10 晶体管小信号模型

图中电阻  $r_{be}$  可按下式估算:

$$r_{be} = (200 + 26) (\text{mV}) / I_B (\text{mA}) \quad (7.4-3)$$

【例 7.4-3】晶体管共集电极放大电路如图 7.4-11 所示,

设  $U_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ,  $\beta = 100$ 。

(1) 求晶体管静态工作点 ( $I_B$ ,  $I_E$ ,  $U_{CE}$ ), 并判断晶体管的工作状态;

(2) 设  $R_B$  为可调电阻, 当希望进一步调高静态工作点时, 应如何调节  $R_B$ 。

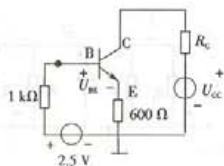


图 7.4-11 例 7.4-3 图

解: (1) 设  $I_B \approx 0$ , 则  $U_E \approx 2.5 - 0.7 = 1.8 \text{ V}$ ,  $U_{CE} = 13.2$

V,

所以, 晶体管的工作在放大区;

因为  $2.5 = I_B R_B + U_{BE} + (1 + \beta) I_B R_E$

所以  $I_B = 25.46 \mu\text{A}$   $I_C = \beta I_B = 2.546 \mu\text{A}$

$$U_{CE} = 15 - I_E R_E = 13.23 \text{ V} \quad [I_E = (1 + \beta) I_B = 2.57 \mu\text{A}]$$

(2) 因为调低静态工作点, 所以,  $I_C^1 \rightarrow I_B^1 \rightarrow R_B^1$ , 即调小  $R_B$  阻值。

## 7.4.4 共射极放大电路

为保证晶体管处于放大状态, 即放大电路的静态工作点处在放大区, 晶体管放大电路必须包含直流偏置电路。直流偏置电路的任务是使晶体管获得一个适当的静态工作点, 直流偏置电路不同, 放大电路的动态性能也不同。



输入回路和输出回路共同包含发射极的电路称为共射极放大电路。

### 1. 固定偏置放大电路

固定偏置放大电路如图 7.4-12(a),  $R_B$  为基极电阻,  $R_C$  为集电极电阻,  $C_1$ 、 $C_2$  为藕合电容,  $R_L$  为输出端的负载电阻,  $u_i$  为输入电压,  $u_o$  为输出电压。假设  $\beta$  值已知, 且  $U_{BE} \approx 0.7\text{V}$ 。

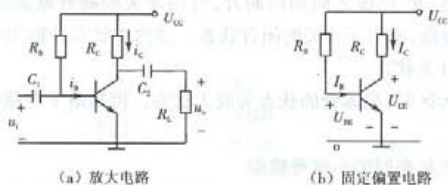


图 7.4-12 共射极固定偏置放大电路

#### 1) 静态工作点的计算

根据图 7.4-12(b) 所示固定偏置电路可得静态工作点的三个计算量, 即

$$\begin{cases} I_B = (U_{CC} - U_{BE}) / R_B \approx (U_{CC} - 0.7\text{V}) / R_B \\ I_C = \beta I_B \\ U_{CE} = U_{CC} - I_C R_C \end{cases} \quad (7.4-4)$$

#### 2) 动态问题计算——电压放大倍数、输入电阻和输出电阻

在输入信号  $u_i \neq 0$  时, 对放大电路进行动态分析性能, 包括电压放大倍数、输入电阻、输出电阻。

动态分析相当于分析在输入信号  $u_i$  单独作用时放大电路的情况, 步骤如下。

##### (1) 画小信号模型

首先令放大电路中的直流电源  $U_{CC} = 0$  (将直流电源短路), 在交流信号频率足够高的情况下电容可视为短路; 然后在输入电压  $u_i$  为小信号情况下, 用晶体管的小信号模型替换晶体管, 图 7.4-13 为共射极固定偏置放大电路的小信号模型。

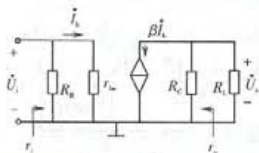


图 7.4-13 图 7.4-9 放大电路的小信号模型

##### (2) 计算电压放大倍数

由图 7.4-8 可知,  $\dot{U}_i = I_b r_{be}$ ,  $\dot{U}_o = -\beta I_b (R_C // R_L)$ , 因此,

该电路的电压放大倍数:

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta I_b (R_C // R_L)}{I_b r_{be}} = -\frac{\beta (R_C // R_L)}{r_{be}} \quad (7.4-5)$$

显然, 电压放大倍数与负载  $R_L$  有关,  $R_L$  越大, 电压放大倍数越大, 当输出端开路时, 电压放大倍数最大, 其计算式为

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta I_b R_C}{I_b r_{be}} = -\frac{\beta R_C}{r_{be}} \quad (7.4-6)$$

##### (3) 输入电阻

从输入端口看放大电路等效电阻, 对于图 7.4-12, 输入电阻

$$r_i = R_B // r_{be} \quad (7.4-7)$$

输入电阻越大,信号源供给放大电路的电压越大,因而,输入电阻越大越好。

#### (4) 输出电阻

去掉放大电路电源(输入端短路)后,断开负载电阻,从输出端看放大电路的等效电阻

$$r_o = R_c \quad (7.4-8)$$

把放大电路作为下级放大电路的信号源,输出电阻相当于信号源的内阻,因而,输出电阻越小越好。

## 2. 分压式偏置放大电路

图 7.4-12(a) 放大电路,静态工作点不稳定,为了克服这个问题,引入反馈电阻  $R_E$ ,形成了静态工作点稳定的分压式偏置放大电路,如图 7.4-14。依然设定  $u_i$  为输入电压,  $u_o$  为输出电压。假设  $\beta$  值已知,且  $U_{BE} \approx 0.7 \text{ V}$ 。

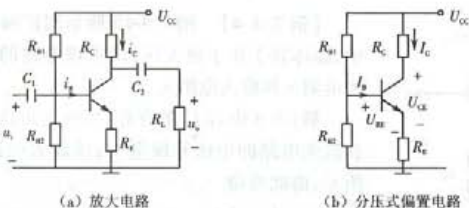


图 7.4-14 分压式偏置放大电路

### 1) 静态工作点的计算

根据图 7.4-14(b) 所示固定偏置电路可得

$$V_B = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} U_{CC}, V_E = U_{BE} - V_B = 0.7 - \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} U_{CC}, I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

通过  $I_E$  的计算,即可获取静态工作点的三个计算量:

$$\begin{cases} I_B = I_E / (1 + \beta) \\ I_C = \beta I_B \\ U_{CE} = U_{CC} - I_C R_C \end{cases} \quad (7.4-9)$$

### 2) 动态问题计算——电压放大倍数、输入电阻和输出电阻

为了获取分压式偏置放大电路的电压放大倍数、输入电阻和输出电阻,需作如下工作。

#### (1) 画小信号模型

将放大电路中的直流电源短路,电容视为短路,用晶体管的小信号模型替换晶体管,得图 7.4-15 为共射极固定偏置放大电路的小信号模型,模型中  $R_B = R_{B1} // R_{B2}$ 。

#### (2) 计算电压放大倍数

由图 7.4-10 可知,

$$\dot{U}_i = \dot{I}_b r_{be} + (1 + \beta) \dot{I}_b R_E,$$

$$\dot{U}_o = -\beta \dot{I}_b (R_C // R_L),$$

因此,该电路的电压放大倍数为

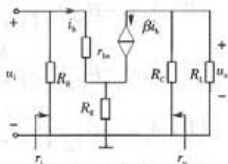


图 7.4-15 分压式偏置放大电路的小信号模型

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_C // R_L)}{I_b [r_{be} + (1 + \beta) R_E]} = -\frac{\beta (R_C // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta) R_E} \quad (7.4-10)$$

显然,当输出端开路时,电压放大倍数最大,其计算式

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_C}{I_b [r_{be} + (1 + \beta) R_E]} = -\frac{\beta R_C}{r_{be} + (1 + \beta) R_E} \quad (7.4-11)$$

(3) 输入电阻

对于图 7.4-10, 输入电阻

$$r_i = R_B // [r_{be} + (1 + \beta) R_E] \quad (7.4-12)$$

(4) 输出电阻

将输入端短路, 断开负载电阻, 从输出端看放大电路的等效电阻

$$r_o = R_C \quad (7.4-13)$$

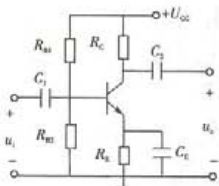


图 7.4-16 例 7.4-4 图

所以

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_C}{I_b r_{be}} = -\frac{\beta R_C}{r_{be}}$$

$$r_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be}$$

$$r_o = R_C$$

该电路即具有稳定工作点的作用, 又具有较大的电压放大倍数, 但输入电阻较小。

【例 7.4-5】图 7.4-17 所示固定偏置的晶体管放大电路中, 晶体管工作于放大区, 则该电路的电压放大倍数  $A_u$  及输入电阻  $r_i$  分别为( )。

(A)  $A_u = -\beta \frac{R_C}{r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}}, r_i = R_{B1} // R_{B2} // (r_{be} + R_{E1})$

(B)  $A_u = -\beta \frac{R_C}{r_{be} + (1 + \beta) (R_{E1} + R_{E2})}, r_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be}$

(C)  $A_u = -\beta \frac{R_C // R_L}{r_{be} + (1 + \beta) (R_{E1} + R_{E2})}, r_i = R_{B1} // R_{B2} // (r_{be} + R_{E1} + R_{E2})$

(D)  $A_u = -\beta \frac{R_C // R_L}{r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}}, r_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}]$

解: 答案为选项(D)。

本题放大电路存在负载  $R_L$ ,  $A_u$  与  $R_L$  有关, 所以, 选项(A)和选项(B)不正确。根据本题晶体管放大电路的小信号模型(如图所示)可得

$$\dot{U}_i = \dot{I}_b r_{be} + (1 + \beta) \dot{I}_b R_{E1}$$

【例 7.4-4】图 7.4-16 所示固定偏置的晶体管放大电路中, 晶体管工作于放大区, 试求该电路的电压放大倍数  $A_u$ 、输入电阻  $r_i$  和输出电阻  $r_o$ 。

解: 由于电容  $C_E$  的存在, 可视为短路, 所以电阻  $R_E$  不出现在放大电路的小信号模型中, 该放大电路的小信号模型如图所示, 由此可得

$$\dot{U}_i = \dot{I}_b r_{be}$$

$$\dot{U}_o = -\beta \dot{I}_b R_C$$

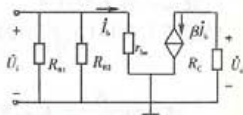


图 7.4-16 电路的小信号模型

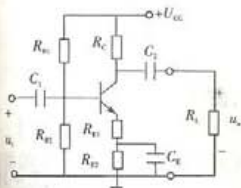


图 7.4-17 例 7.4-5 图

$$\dot{U}_o = -\beta \dot{I}_b (R_C // R_{L1})$$

$$\text{所以 } A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_C // R_{L1})}{\dot{I}_b r_{be} + (1 + \beta) \dot{I}_b R_{E1}} = \frac{-\beta (R_C // R_{L1})}{r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}}$$

$$r_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}]$$

选项(C)错,选项(D)对。

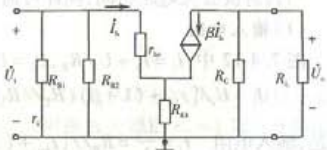


图 7.4-17 电路的小信号模型

### 7.4.5 射极跟随器与阻抗变换

射极跟随器也称射极输出器,如图 7.4-18 所示。因为直流电源  $U_{CC}$  对交流信号相当于短路,因此集电极成为输入与输出的公共端,所以,该电路是共集电极放大电路。对射极跟随器的分析包括静态分析和动态分析。

#### 1. 静态分析

$$\begin{cases} I_B = \frac{U_{CC} - 0.7}{R_B + (1 + \beta) R_E} \\ I_C = \beta I_B \\ U_{CE} = U_{CC} - I_E R_E \approx U_{CC} - I_C R_E \end{cases} \quad (7.4-14)$$

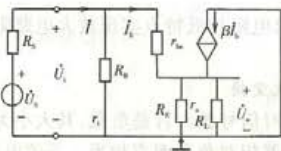


图 7.4-19 射极跟随器的小信号模型

#### 2. 动态分析

##### 1) 电压放大倍数

首先画出该放大电路的小信号模型(如图 7.4-19 所示),然后根据小信号模型就不难求射极跟随器的电压放大倍数

$$\dot{U}_i \approx \dot{I}_b [r_{be} + (1 + \beta)(R_E // R_{L1})]$$

$$\dot{U}_o \approx \dot{I}_b [(1 + \beta)(R_E // R_{L1})]$$

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{(1 + \beta)(R_E // R_{L1})}{r_{be} + (1 + \beta)(R_E // R_{L1})} \quad (7.4-15)$$

由式(7.4-15)可以看出,射极跟随器的电压放大倍数总是小于 1,但由于  $(1 + \beta)(R_E // R_{L1}) \gg r_{be}$ , 电压放大倍数又接近于 1,  $\dot{U}_o \approx \dot{U}_i$ , 因而输出电压总是跟着输入电压变化,所以,该电路称为射极跟随器。

显然,射极跟随器没有电压放大能力,它的特点主要体现在输入电阻和输出电阻方面。



## 2) 射极跟随器的输入电阻和输出电阻

与共射极放大电路相同,同样可通过小信号模型求出。

### (1) 输入电阻

图 7.4-12 中,  $I_i = I_b + \dot{U}_i / R_B$ ,  $\dot{U}_i = I_b r_{be} + (1 + \beta) I_b (R_E // R_L)$ , 使

$$I_i = \dot{U}_i / [r_{be} + (1 + \beta) (R_E // R_L)]$$

$$\text{于是, 输入电阻 } r_i = \frac{\dot{U}_i}{I_i} = R_B // [r_{be} + (1 + \beta) (R_E // R_L)] \quad (7.4-16)$$

射极跟随器的输入电阻与负载情况有关。

通常,电阻  $R_B$  的阻值很大,一般为取到  $10^5$  欧姆以上,  $r_{be}$ 、 $R_E$  数量级为  $10^3$ ,  $\beta$  的数量级为  $10^2$ , 因此,射极跟随器的输入电阻很高,可达几十千欧到百千欧。

### (2) 输出电阻

输出电阻  $r_o$  可由图 7.4-18 所示的小信号模型求取。

将信号源短路,保留内阻  $R_S$ , 输出端去掉负载电阻  $R_L$ , 加上一交流电压  $\dot{U}$ , 由此产生电流  $\dot{I}$ 。则射极跟随器的输出电阻为

$$r_o = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{(r_{be} + R'_S)}{1 + \beta} // R_E \quad (7.4-17)$$

其中:  $R'_S = R_S // R_B$ 。因为电阻  $r_{be}$ 、 $R_S$  和  $R_E$  的数量级为  $10^3$ ,  $\beta$  的数量级为  $10^2$ , 所以,

$$r_o = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{(r_{be} + R'_S)}{\beta} \quad (7.4-18)$$

射极跟随器的输出电阻通常很小,仅有几十欧姆,甚至十几欧姆。

例如,  $\beta = 40$ ,  $r_{be} = 0.8 \text{ k}\Omega$ ,  $R_S = 50 \text{ }\Omega$ ,  $R_B = 120 \text{ k}\Omega$ 。由此得

$$R'_S = R_S // R_B = 50 // (120 \times 10^3) \approx 50 \text{ }\Omega$$

$$r_o = \frac{(r_{be} + R'_S)}{\beta} = \frac{(800 + 50)}{41} \approx 21.5 \text{ }\Omega$$

下面对射极跟随器做一总结:尽管射极跟随器无电压放大能力,但与具有较高电压放大倍数的共射极放大电路相比,其输入电阻较高、输出电阻较低。

组织射极跟随器的主要目的是利用输入电阻较高、输出电阻较低特点实现放大电路阻抗的变换。

### 3) 射极跟随器的阻抗变换

任意一个放大器,相对信号源而言是负载,其大小为放大器的输入电阻,而放大器相对负载而言相当于等效电源,为负载提供电压,如图 7.4-20 所示。等效电源的内阻为放大器的输出电阻,电压源的电压为输出端的开路电压  $U_{oK}$ , 其大小与输入端电压有关,即

$$U_{oK} = |A_u| U_i$$

由图可知:输入电阻  $r_i$  越大,放大器从信号源处获取的电压  $U_i$  越大;输出电阻越小,从负载电阻上获得输出电压越大,输出电压  $U_o$  与信号源电压  $U_s$  之间的关系如下:

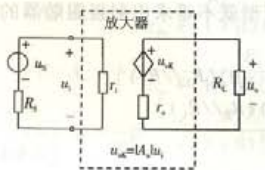


图 7.4-20 放大器示意图

$$U_o = \frac{R_L}{r_o + R_L} U_{ok} = \frac{R_L}{r_o + R_L} |A_u| U_i$$

$$= |A_u| \cdot \frac{R_L}{r_o + R_L} \cdot \frac{r_i}{r_i + R_S} U_S \quad (7.4-19)$$

【例 7.4-6】图 7.4-21 所示放大电路中,已知:  $u_s = 10\sqrt{2} \sin 1000t$  mV,  $R_S = 1$  k $\Omega$ ;射极跟随器的  $r_{i1} = 20$  k $\Omega$ ,开路电压放大倍数  $A_{u1} \approx 1$ ,  $r_{o1} = 50$   $\Omega$ ;共射极放大器的  $r_{i2} = 1$  k $\Omega$ ,开路电压放大倍数  $A_{u2} = -100$ ,  $r_{o2} = 1$  k $\Omega$ ;负载  $R_L = 1$  k $\Omega$ 。求输出电压  $U_o$ 。

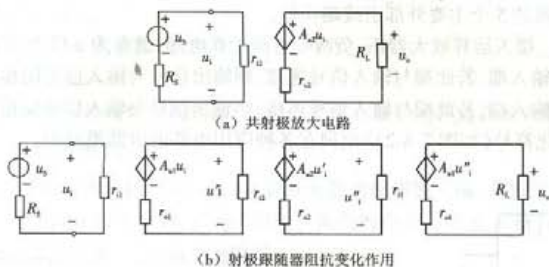


图 7.4-21 例 7.4-6 图

解:

(1) 信号源、负载与共射极放大器直接相接,如图 a), 负载获得电压为

$$U_o = |A_{ok}| \cdot U_i \frac{R_L}{r_o + R_L} = |A_{o2}| \frac{R_L}{r_{o2} + R_L} \frac{r_{i2}}{r_{i2} + R_S} U_S = 100 \times \frac{1}{1+1} \times \frac{1}{1+1} \times U_S$$

$$= 25 U_S = 0.25 \text{ V}$$

(2) 在信号源与放大器及放大器与负载之间插入射极跟随器形成三级放大器,根据图 b 三级放大器可计算出

输入电阻:  $r_i = r_{i1} = 20$  k $\Omega$

输出电阻:  $r_o = r_{o1} = 50$   $\Omega$

负载获得电压:

$$U_o = \frac{R_L}{R_L + r_{o1}} (A_{u1} U_i') = \frac{R_L}{R_L + r_{o1}} |A_{u1}| \cdot \frac{r_{i2}}{r_{o2} + r_{i2}} (|A_{u2}| U_i'')$$

$$= \frac{R_L}{R_L + r_{o1}} |A_{u1}| \cdot \frac{r_{i2}}{r_{o2} + r_{i2}} + \frac{r_{i2}}{r_{o1} + r_{i2}} |A_{u1}| \cdot \frac{r_{i1}}{R_S + r_{i1}} U_S$$

$$= \frac{1}{1+0.05} \times 1 \times \frac{20}{1+20} \times (100) \times \frac{1}{0.05+1} \times 1 \times \frac{20}{1+20} \times U_S = 82.3 U_S$$

$$= 0.82 \text{ V}$$

可见,插入两个射极跟随器之后,①放大电路输出电压相对信号源的电压放大倍数变大了,从 25 倍 $\rightarrow$ 82.3 倍,由此放大电路的输出电压变大为 0.25 V  $\rightarrow$  0.82 V;②增大了放大电路的输入电阻(1 k $\Omega \rightarrow$  20 k $\Omega$ );③减小了放大电路的输出电阻(1 k $\Omega \rightarrow$  50  $\Omega$ ),所以插入两个射极跟随器之后,在电压放大倍数下降有限的前提下,输入电阻被变大、输出电阻变小。这就是射极跟随器的阻抗变换作用。

### 7.4.6 运算放大器

运算放大器是一个内含多级放大电路的电子集成电路,其输入级是差分放大电路,具有高输入电阻和抑制零点漂移能力;中间级主要进行电压放大,具有高电压放大倍数,一般由共射极放大电路构成;输出极与负载相连,具有带载能力强、低输出电阻特点。运算放大器的应用非常广泛。

#### 1. 运算放大器的图形符号

运算放大器的图形符号如图 7.4-22,图中符号描述了信号流的流向( $\triangleright$ ),电压放大倍数( $A_o$ )。运算放大器的 5 个主要外部引线端功能:

- ①  $U_{cc}$  和  $-U_{cc}$  接入运算放大器正、负两个直流工作电源,通常为  $\pm 12\text{ V}$  或  $\pm 15\text{ V}$ ;
- ②  $V_+$  为同相输入端,若此端与输入信号连接,则输出信号与输入信号同相;
- ③  $V_-$  为反相输入端,若此端与输入信号连接,则输出信号与输入信号反相。

习惯上以简化符号(如图 7.4-23)出现在各种应用电路的电路模型中。

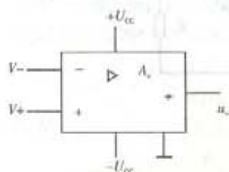


图 7.4-22 运算放大器图形符号

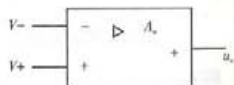


图 7.4-23 运算放大器简化符号

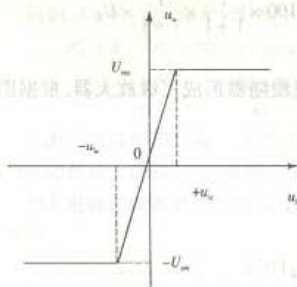


图 7.4-24 运算放大器  
电压转移特性

#### 2. 运算放大器的电压转移特性

运算放大器输出电压  $u_o$  与输入电压  $u_i = V_+ - V_-$  的关系曲线称为电压转移特性,如图 7.4-24 所示特性可分为三个区域: $u_i > +u_{ic}$ ,正向饱和区; $u_i < -u_{ic}$ ,负向饱和区,这两个区域统称为非线性区; $-u_{ic} < u_i < +u_{ic}$  为线性区, $u_o = A_o u_i$ 。图中  $U_{om}$  为输出饱和电压。

例如,运算放大器通用组件“741”,工作电源为  $\pm 15\text{ V}$ , $U_{om} = 13\text{ V}$ , $A_o = 100\ 000$ 。容易求出其特性曲线中的特征点  $u_{ic} = U_{om}/A_o = 0.13\text{ mV}$ 。可见, $A_o$  越大, $u_{ic}$  越小,运算放大器的线性工作区则越窄。

#### 3. 理想运算放大器

所谓理想运算放大器是一种理想的电路元件,它的

主要参数为理想值,即:

输入电阻  $r_i \rightarrow \infty$ ;

输出电阻  $r_o \approx 0$ ;

电压放大倍数  $A_o \rightarrow \infty$ 。

运算放大器的电路模型同样可以用放大器的电路描述,如图 7.4-25。在应用电路中,理想运算放大器以图 7.4-26 所示的符号出现,并简称“运放”。

由于运算放大器的输出电压与输入电压满足关系式:

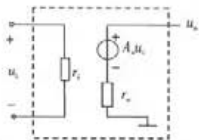


图 7.4-25 运算放大器电路模型

$$u_o = A_0 u_i = A_0 (V_+ - V_-)$$

所以,就理想运算放大器而言:

$$\textcircled{1} A_0 \rightarrow \infty, \text{又因输出 } u_o \text{ 为有限值,使 } V_+ - V_- \rightarrow 0, V_+ \approx V_-; \quad (7.4-19)$$

$$\textcircled{2} r_i \rightarrow \infty, \text{使 } i_+ \approx 0, i_- \approx 0. \quad (7.4-20)$$

这两个式子是分析运放线性应用电路(反相运算放大器和同相运算放大器)的重要依据。

### 7.4.7 反相运算放大电路

反相运算放大器的基本结构:信号送入运算放大器的反相输入端,并将反相输入端与输出端通过元件相联,对于同相输入端则与“地”相联。典型的反相运算放大器有反比例运算、反相求和运算、反相积分运算、反相微分运算等。

#### 1. 反比例运算

反比例运算电路如图 7.4-27 所示。图中,因  $V_+ = 0$ ,有  $u_- \approx u_+ = 0$ ,然而  $i_- \approx 0$ ,即电路中的反相输入端电位为 0,但又未与“地”相接,故称此点为“虚地”点,借此容易做出以下分析:

因为  $i_- \approx 0$ ,有流通电阻  $R_1$  与电阻  $R_F$  的电流相

同,又因  $V_+ = V_- = 0$ ,有:  $\frac{u_i}{R_1} = -\frac{u_o}{R_F}$

于是  $u_o = -\frac{R_F}{R_1} u_i$  (7.4-21)

式中,“-”表示电路的输出与输入呈反相关系,比例值可通过电阻值进行调节。

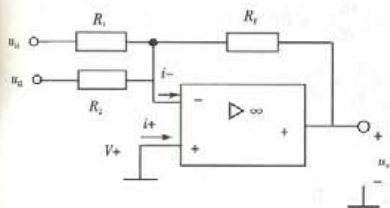


图 7.4-28 反相加法运算电路

令  $u_{i2}$  单独作用,即

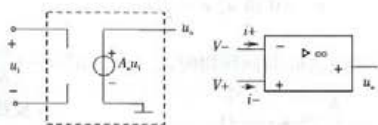


图 7.4-26 理想运算放大器电路模型及符号

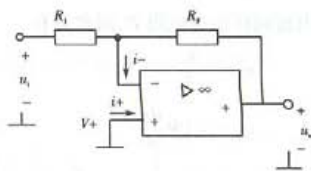


图 7.4-27 反比例运算电路

#### 2. 反相加法运算

反相加法运算电路至少为两信号的加法运算,因此实现电路至少比反比例运算电路多一条或多条输入支路,如图 7.4-28 所示。

利用叠加原理分析如下:

令  $u_{i1}$  单独作用,即

$$u_{i2} = 0 \text{ 得 } u'_o = -\frac{R_F}{R_1} u_{i1}$$



$$u_{i1} = 0 \text{ 得 } u_o'' = -\frac{R_F}{R_2} u_{i2}$$

$$\text{当 } u_{i1}, u_{i2} \text{ 共同作用时, } u_o = u_o' + u_o'' = -\left(\frac{R_F}{R_1} u_{i1} + \frac{R_F}{R_2} u_{i2}\right) \quad (7.4-22)$$

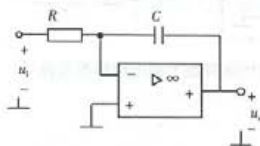


图 7.4-29 反相积分运算电路

### 3. 反相积分运算

把反相比例运算电路中的电阻  $R_F$  换成电容, 即可实现对输入信号的积分运算, 如图 7.4-29 所示。利用虚地点和反相输入端电流为 0, 容易导出 (推导略):

$$u_o = -\frac{1}{RC} \int u_i dt \quad (7.4-23)$$

### 4. 反相微分运算

将反相积分运算电路中的电阻、电容对调位置, 即可得到对信号的反相微分运算电路, 如图 7.4-30 所示。

利用虚地点的概念和反相输入端电流为 0 的事实, 设电容电流与电容电压取关联方向, 则电容电流为

$$i_i = C \frac{du_i}{dt}$$

该电流同样流过电阻  $R$ , 因此又有

$$i_i = -\frac{u_o}{R}$$

$$\text{于是 } u_o = -CR \frac{du_i}{dt} \quad (7.4-24)$$

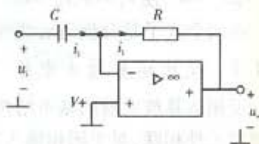


图 7.4-30 反相微分运算电路

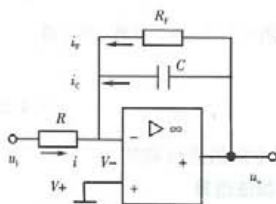


图 7.4-31 例 7.4-7 图

【例 7.4-7】图 7.4-31 示运算放大电路, 输出  $u_o$  与输入  $u_i$  的关系是 ( )。

(A)  $u_o = -\left(\frac{R_F}{R} u_i + \frac{1}{RC} \int u_i dt\right)$

(B)  $u_o = -\left(\frac{R_F}{R} u_i + \frac{u_i}{RC} t\right)$

(C)  $u_o = -\left(\frac{R_F}{R} u_i + RC \int u_i dt\right)$

(D)  $C \frac{du_o}{dt} + \frac{u_o}{R_F} + \frac{u_i}{R} = 0$

解: 答案为选项 (D)。设定电流参考方向, 如图。

因为  $V_+ = 0$ , 所以有:  $V_- = V_+ = 0$ ,

根据 KCL 可得反相端的节点电流方程:  $i + i_f + i_c = 0$

因  $u_- = 0$ , 有:  $i = \frac{u_i}{R}$ ,  $i_f = \frac{u_o}{R_F}$ ,  $i_c = C \frac{du_o}{dt}$

$$\text{于是 } \frac{u_i}{R} + \frac{u_o}{R_F} + C \frac{du_o}{dt} = 0$$

选项 (D) 正确。

对于其他三个选项与积分电路混淆了。

### 7.4.8 同相运算放大电路

同相运算放大电路通常包括同相比例运算放大电路和同相加法运算放大电路,这种电路的输出与输入之间呈现同相关系。同相运算放大电路中的输入信号从运算放大器的同相输入端送入。

值得注意的是,在由运算放大器组成的同相运算电路中,因同相输入端不再接地,其反相输入端也就不再是虚地点,但仍有  $V_- \approx V_+$ ,  $i_- \approx 0$ ,  $i_+ \approx 0$ 。

#### 1. 同相比例运算

同相比例运算放大器如图 7.4-32(a),由于  $i_- \approx 0$ ,因此反相输入端的电压

$$V_- = \frac{R_1}{R_1 + R_F} u_o$$

再利用  $V_- \approx V_+$ , 得  $u_i = V_+ = V_- = \frac{R_1}{R_1 + R_F} u_o$

所以,同相运算关系  $u_o = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) u_i$  (7.4-25)

当  $R_F = 0, R_1 \rightarrow \infty$  时,  $\left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) = 1$ , 所以,

$$u_o = u_i$$

称此时的同相比例运算电路为电压跟随器,或称缓冲器,电路如图 7.4-33 所示。

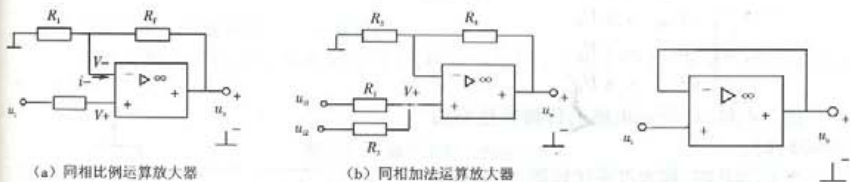


图 7.4-32 同相运算放大器

图 7.4-33 电压跟随器

#### 2. 同相求和运算

同相求和运算电路如图 7.4-32(b) 所示,该电路有两个激励,利用叠加原理分析如下:

$$\text{令 } u_{i2} = 0 \text{ 得 } V_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{i1}, u'_o = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) V_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) u_{i1}$$

$$\text{令 } u_{i1} = 0 \text{ 得 } V_+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_{i2}, u''_o = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) V_+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) u_{i2}$$

$$\text{当 } u_{i1}, u_{i2} \text{ 共同作用时, } u_o = u'_o + u''_o = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} u_{i1} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_{i2}\right) \quad (7.4-26)$$

【例 7.4-8】在图 7.4-34 示运算放大器应用电路中,电路参数已知,那么在输入信号  $u_i$  的作用下,输出  $u_o$  等于( )。

$$(A) -\frac{R_4}{R_3} \cdot u_i$$

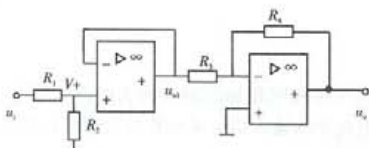


图 7.4-34 例 7.4-8 图

解: 答案为选项(B)。本题为两级放大电路。设第一级放大电路的输出电压为  $u_{o1}$ , 它的同相端为  $V_+$ , 对于第一级为电压跟随器, 其输出  $u_{o1} = V_+$ , 而

$$V_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_i$$

$$\text{所以, } u_{o1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_i$$

第二级为反比例放大电路,  $u_o = -\frac{R_4}{R_3} u_{o1}$ , 因此,  $u_o = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_4}{R_3} u_i$ , 答案为(B)。

$$(B) -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_4}{R_3} \cdot u_i$$

$$(C) \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \cdot u_i$$

$$(D) \frac{R_4}{R_3} \cdot u_i$$

### 7.4.9 运算放大电路的非线性应用——电压比较器

电压比较器的作用是比较输入电压和参考电压。就运算放大器本身来讲就可用于信号的“比较”运算。如图 7.4-35(a) 所示电路的输出为输入信号  $u_i$  与  $U_R$  的比较结果。

因为运算放大器的输出电压与输入电压满足以下关系:

$$u_o = A_o (U_R - u_i)$$

所以, 根据两输入信号的差值,  $u_o$  应有三种输出, 即

$$u_o = \begin{cases} -U_{om} & u_i > U_R \\ 0 & u_i = U_R \\ +U_{om} & u_i < U_R \end{cases}$$

图 7.4-35(a) 所示电路的传输特性如图 7.4-35(b)。

当  $U_R = 0$  时, 称为过零比较器, 常用于输入信号的极性鉴别和波形变换。

【例 7.4-9】 运算放大器应用电路如图 7.4-36 所示, 设其输出饱和电压为  $\pm 11 \text{ V}$ , 输入电压  $u_i$  为正弦信号, 则输出电压  $u_o$  的波形为 ( )。

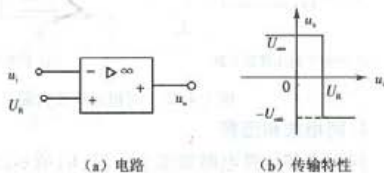


图 7.4-35 电压比较器

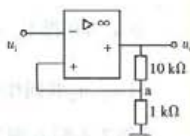
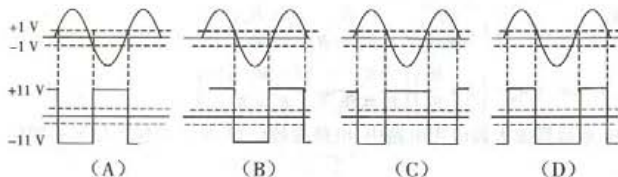


图 7.4-36 例 7.4-9 图

解: 答案为选项(A)。

本例题电路为电压比较器。比较电压为  $V_* = U_* = \frac{1}{1+10} u_o = \frac{1}{11} u_o$ 。当  $u_o = +11 \text{ V}$  时,

$U_i = V_i = 1\text{ V}$ , 在  $u_i > V_i$  瞬间, 输出电压  $u_o$  转变为  $-U_{om}$ , 即  $u_o = -U_{om}$ ; 当  $u_i = -1\text{ V}$  时,  $U_i = V_i = -1\text{ V}$ , 在  $u_i < V_i$  瞬间, 输出电压  $u_o$  转变为  $+U_{om}$ , 即  $u_o = +U_{om}$ 。

## 7.5 数字电子技术

数字电子电路中的输入和输出限于高、低电平两种可能, 电平是一种特定的电压范围, 有国际标准和工程规范。通常记高电平信号为“1”、低电平信号为“0”。




### 7.5.1 逻辑门及逻辑功能

逻辑门电路是实现逻辑运算的电路总称, 它的输入和输出之间存在着一定的因果关系, 即逻辑关系。逻辑门电路除了有“与”、“或”、“非”基本逻辑电路外, 还有“与非”门、“或非”门、“异或”门等等。

#### 1. 基本逻辑门

基本的逻辑门有: “与”门、“或”门和“非(反)”门, 见表 7.5-1。



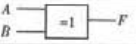
表 7.5-1 基本逻辑门及逻辑

名称	图形符号	逻辑功能	功能说明
“与”门		$F = AB$	输入全 1, 输出为 1 输入有 0, 输出为 0
“或”门		$F = A + B$	输入有 1, 输出为 1 输入全 0, 输出为 0
“非”门		$F = \bar{A}$	输入为 1, 输出为 0 输入为 0, 输出为 1

#### 2. 基本逻辑门电路的组合——复合门

用基本逻辑门可组合出多种复合门, 包括: “与非”门、“或非”门、“异或”门等等, 见表 7.5-2。

表 7.5-2 基本逻辑门的组合逻辑

名称	图形符号	逻辑功能	功能说明
“与非”门		$F = \overline{AB}$	输入全 1, 输出为 0 输入有 0, 输出为 1
“或非”门		$F = \overline{A + B}$	输入有 1, 输出为 0 输入全 0, 输出为 1
“异或”门		$F = \overline{AB} + \overline{A}B = A \oplus B$	输入相异, 输出为 1 输入相同, 输出为 0

表中, 除“非”门为单输入, “异或”门为两输入外, 其他门均为可以多于两个。

例如: 图 7.5-1 所示的“同或”逻辑门, 其逻辑功能: 输入相同时, 输出为 1, 输入不同时, 输出为 0, 与“异或”逻辑关系相反, 逻辑表达式为

$$F = \overline{AB} + \overline{A}B = \overline{A \oplus B} = AB + \overline{A}\overline{B}$$

再如: 图 7.5-2 所示逻辑门, 输出与输入的关系为“与非”逻辑关系, 输入有 0, 则输出为 0, 根据已知输入, 可得:  $F = 0$ 。

【例 7.5-1】给出图 7.5-3 所示数字信号  $A$  和  $B$  的下述逻辑运算的结果:  $A \wedge B$ ,  $A \vee B$ ,  $\neg A \vee B$ ,  $A \wedge \neg B$ ,  $\neg(A \vee B)$ 。



解:将输入信号分段,然后利用逻辑功能,逐段做出输出逻辑值的判断。

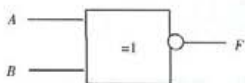


图 7.5-1 “同或”逻辑门



图 7.5-2 “与非”逻辑门

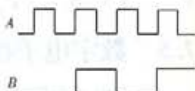


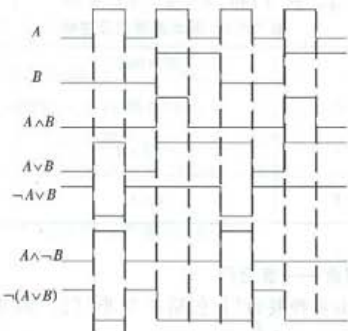
图 7.5-3 例 7.5-1 图

## 7.5.2 简单组合逻辑电路

组合逻辑电路是指输出状态仅与当前的输入状态有关的电路,是由逻辑门器件组成的。常见的组合逻辑电路有全加器、数值比较器、译码器、编码器、数据选择器和数据分配器等。

### 1. 组合逻辑电路功能表述

组合逻辑功能的常见表述方式有:经简化处理的逻辑表达式或真值表。



例如:逻辑表达式  $F = AB + C$  的真值表如表 7.5-3 所示。

表 7.5-3  $F = AB + C$  真值表

A	B	C	$\bar{B}$	$AB$	F
0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1

### 2. 组合逻辑电路表达式的获取

组合逻辑电路是由逻辑门器件组成的,从输入到输出,逐级写出各门的输出,即可得到该组合逻辑电路的逻辑表达式。例如,图 7.5-3 所示组合逻辑电路的逻辑表达式为

$$F = \overline{\overline{A}B \cdot AB} = \overline{AB} + \overline{AB}$$

### 3. 分析组合电路的逻辑功能

根据上一步的逻辑表达式可知:图 7.5-4 所示组合逻辑电路具有“异或”逻辑功能。

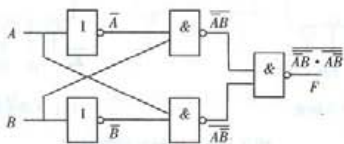


图 7.5-4 组合逻辑电路

【例 7.5-2】 已知逻辑电路如图 7.5-5 所示,经分析可知,输出  $F$  与输入信号  $X$ 、 $Y$  之间的逻辑表达式为 ( )。

(A)  $F = \overline{XY} + \overline{XY}$

(B)  $F = \overline{XY} \oplus \overline{XY}$

(C)  $F = \overline{XY} + \overline{XY}$

(D)  $F = (X+Y) \cdot (\overline{X}+\overline{Y})$

解:答案为选项(A)。

选项(B)将“或”逻辑门符号( $\geq 1$ )误认为“异或”逻辑门符号( $= 1$ );选项(C)误将“与”逻辑门看成“与非”逻辑门;选项(D)误将“与”逻辑门看成“或”逻辑门,将“或”逻辑门看成“与”逻辑门。

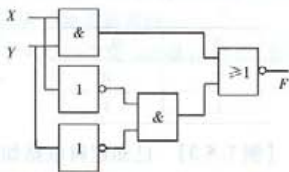


图 7.5-5 例 7.5-2 图

### 7.5.3 触发器

触发器是一种组成时序逻辑电路的基本单元,是一种受控的多端逻辑器件,它的输入和输出之间的逻辑关系受控制端信号的控制。触发器的控制信号称为触发信号,也称为时钟脉冲 CP 信号(CP-clock pulse),它可以是单个的数字脉冲信号,也可以是一种等间距的节拍脉冲信号。在输入端逻辑状态确定的情况下,触发器输出端的逻辑状态在 CP 脉冲的触发下按既定的规律变化。

常用的触发器有 D 触发器、JK 触发器等。

#### 1. D 触发器的图形符号

D 触发器的电路符号如图 7.5-6 所示, $Q$  和  $\overline{Q}$  为两个逻辑状态相反的输出端; $S_0$  (Set) 和  $R_0$  (Reset) 分别为直接置“1”输入端和直接置“0”输入端,又称为“置位”端和“复位”端,它们的作用是设置触发器的初始输出状态。 $\overline{S}_0$  和  $\overline{R}_0$  的意思是“低电平有效”,即当  $\overline{S}_0 = 0$  时触发器置位,输出  $Q = 1$ ;当  $\overline{R}_0 = 0$  时,触发器复位,即  $Q = 0$ 。 $D$  和  $CP$  为两个输入端, $CP$  是触发时钟脉冲输入端,对于图 7.5-6(a),符号“ $\wedge$ ”表示  $CP$  脉冲的前沿(上升沿)产生触发作用(触发有效),只有在  $CP$  脉冲有效时,输入端  $D$  才起作用;对于图 7.5-6(b)  $CP$  处有“ $\circ$ ”符号表示  $CP$  脉冲后沿(下降沿)产生触发作用(触发有效)。

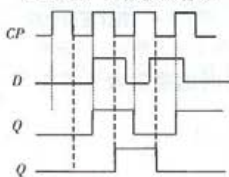
D 触发器的逻辑状态表如表 7.5-4。 $Q_{n+1}$  表示触发后的状态,不管触发前  $Q$  (即  $Q_n$ ) 处于何种状态,触发后的状态由输入信号  $D$  的状态决定,与 D 触发器的当前状态无关。



图 7.5-6 D 触发器符号

表 7.5-4 D 触发器的逻辑状态表

$D$	$Q_{n+1}$
0	0
1	1



(a) 上升沿触发的输出波形

(b) 下降沿触发的输出波形

【例 7.5-3】已知逻辑电路如图 7.5-7 所示,当  $X = "0"$  时,脉冲  $CP$  到来后, D 触发器 ( )。

- (A) 具有计数功能  
 (B) 保持原有状态  
 (C) 置“0”  
 (D) 置“1”

解: 答案为选项(D)。

根据已知电路可知: 数据端  $D$  与输入  $X$ 、输出  $Q$  的关系是  $D = \bar{X} + Q$ , 当  $X = "0"$  时,  $\bar{X} = "1"$ , D 触发器的数据端为“1”, 所以, 当  $CP$  脉冲到来后,  $Q = "1"$ 。

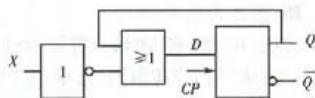


图 7.5-7 例 7.5-7 图

## 2. JK 触发器的图形符号

JK 触发器具有  $J$  和  $K$  两个信号输入端, 它的电路符号如图 7.5-5 所示, 它的逻辑功能如表 7.5-5。

表 7.5-5 JK 触发器的逻辑状态表

$J$	$K$	$Q_{n+1}$	功能
0	0	$Q_n$	保持
0	1	$J$	置 0
1	0		置 1
1	1	$\bar{Q}_n$	计数

由表 7.5-5 可以看出: JK 触发器具有置 0、置 1、计数和保持功能的触发器。图 7.5-8(a) 是  $CP$  脉冲上升沿触发有效, 而图 7.5-8(b) 则是  $CP$  脉冲下降沿触发有效, 只有在  $CP$  脉冲有效时, 输入端  $J$ 、 $K$  才起作用, 否则, 其他时间输入端  $J$ 、 $K$  不起作用, 输出口的状态不发生变化。

JK 触发器可以实现逻辑变量的组合处理。如图 7.5-8(c), JK 触发器的  $J$  端和  $K$  端与  $J_1$ 、

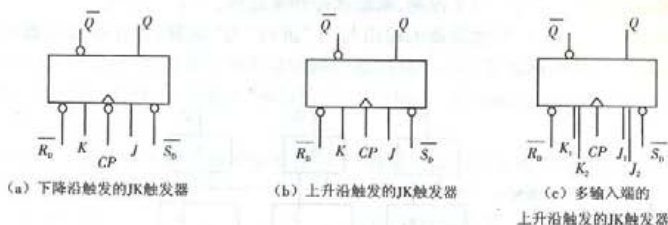


图 7.5-8 JK 触发器

$J_2$ 、 $K_1$  和  $K_2$  的关系分别为:  $J = J_1 J_2$ ,  $K = K_1 K_2$ , 这进一步扩充了它的逻辑组合处理的能力。因此, JK 触发器是时序逻辑系统中使用最为灵活、应用最为广泛的一种逻辑器件。

【例 7.5-4】 将 JK 触发器的  $J$ 、 $K$  端连接起来(如图 7.5-9 所示), 若  $CP$  脉冲信号、置位端、复位端和数据  $X$  端信号如图所示, 则输出  $Q$  的波形为( )。

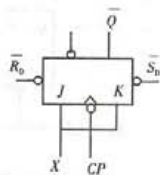
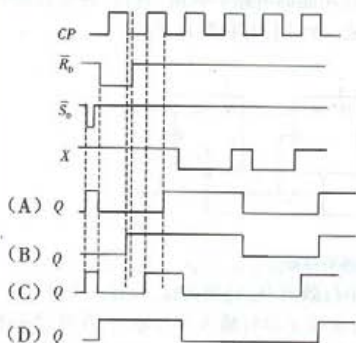


图 7.5-9 例 7.5-4 图

解: 答案为选项(A)。

触发器  $\bar{R}_n$ 、 $\bar{S}_0$  的含义:  $\bar{R}_n$  为直接复位端, 低电平有效, 即  $\bar{R}_n = "0"$  时,  $Q = "0"$ ;  $\bar{S}_0$  为直接置位端, 低电平有效, 即  $\bar{S}_0 = "0"$  时,  $Q = "1"$ 。

当置位和复位信号均为高电平时, 触发器的输出将取决于触发脉冲触发时刻的输入值。所以, 选项(B)和(D)错。由题图可知, 该触发器为下降沿触发的 JK 触发器, 所以, 选项(A)对, 选项(C)误认为该触发器为上升沿触发的 JK 触发器。

#### 7.5.4 数字寄存器

所谓寄存器是指能把二进制数据或代码暂时存储起来的电路。图 7.5-10 是由 D 触发器组成的 3 位数据寄存器。

该寄存器有存数和取数两个基本操作。

①存数过程: 将输入的 3 位数据  $D_3 \sim D_1$  同时加在触发器  $F_3 \sim F_1$  的  $D$  输入端, 在存数脉冲  $CP$  上升沿到来后, 触发器被触发, 使得 3 个 D 触发器的  $Q$  端状态保持为  $D_3 D_2 D_1$ , 完成了这 3 位数据的寄存;



②取数过程:用3个“与”门来控制,取数脉冲到来之前,“与”门的输出 $Q_3Q_2Q_1 = 000$ ;取数脉冲到来时,各个“与”门将触发器的输出与“1”进行“与”运算,寄存在寄存器中的数据就被取出; $Q_3Q_2Q_1 = D_3D_2D_1$ 。

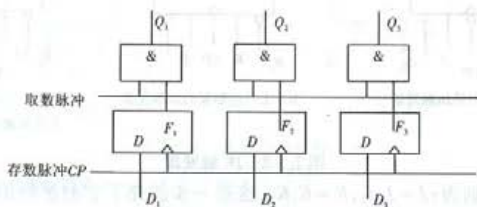


图 7.5-10 3 位数据寄存器

### 7.5.5 数字移位寄存器

移位寄存器是指既有存储数码的功能,又有移位功能的电路。所谓“移位”是指数据的二进制代码向左或向右逐位移位的操作。图 7.5-11 是一个 4 位移位寄存器。

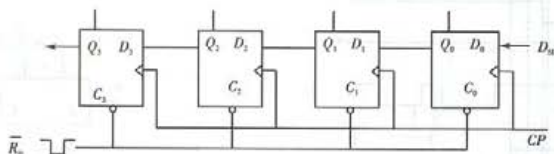


图 7.5-11 4 位右移寄存器

图 7.5-11 所示电路随从触发器的最低位输入串行数码  $D_{sl}$  的最高位,经过 4 个脉冲后,串行数码  $D_{sl}$  的数据按高位到低位反映在  $Q_3 \sim Q_0$  端,实现了串行输入并行输出;在经过 4 个脉冲,又可在  $Q_3$  端得到和  $D_{sl}$  一样的信号,从而实现了串行输入串行输出。该移位寄存器的状态表如表 7.5-6。

表 7.5-6 4 位数字移位寄存器状态表

CP 顺序	寄存器中的数码				串行输入 数码 $D_{sl}$
	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	1	0	1	0
5	1	0	1	0	0
6	0	1	0	0	0
7	1	0	0	0	0

并行输出

串行输入

由此实现了输入串行数码  $D_{Si}$  的数据由低位按位移到了高位,这种移位寄存器称为左移移位寄存器。

在实际的数字系统中,通常使用集成电路的通用移位寄存器器件。这种器件具有综合性功能,通常包括左移、右移;串行输入/串行输出、并行输入/并行输出、串行输入/并行输出以及并行输入/串行输出等等。

【例 7.5-5】 已知某电路在脉冲信号作用下,各触发器的状态如表 7.5-7 所示,经分析知,该电路是( )。

- (A) 右移寄存器 (B) 左移寄存器  
(C) 并行数据寄存器 (D) 串行数据寄存器

解: 答案为选项(A)。

由题表不难得到  $D_2$ 、 $Q_2$ 、 $Q_1$ 、 $Q_0$  在  $CP$  脉冲的作用下状态的变化规律,如下表,数据是从高位向低位移动,所以该电路应为右移寄存器,应选(A)。

表 7.5-7

$CP$	$D_2$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
0	1	0	0	0
1	1	1	0	0
2	1	1	1	0
3	0	1	1	1
4	0	0	1	1
5	1	0	0	1
6	1	1	0	0

$CP$	$D_2$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
0	1	0	0	0
1	1	↘	↘	↘
2	1	↘	↘	↘
3	0	↘	↘	↘
4	0	↘	↘	↘
5	1	↘	↘	↘
6	1	↘	↘	↘

## 7.5.6 脉冲计数器

脉冲计数器也是一种由触发器构成的数字电路,是组成数字逻辑电路的基本部件。它能累计输入脉冲的个数并以代码的形式表示这个数目。脉冲计数器可以进行加法计数、减法计数等。

### 1. 异步二进制计数器

图 7.5-12 所示电路是一种由 3 个 JK 触发器组成的脉冲计数器的实现电路,设 3 个触发器的初始状态为 0,由于计数脉冲从触发器  $FF_0$  的“ $C_0$ ”端输入,而且低位触发器的输出作为高位触发器的脉冲直接与高位触发器的“ $C$ ”端连接,也就是说,各个触发器所接受的脉冲信号不是同一个,造成各个触发器状态的变化有先有后,是异步的,所以称该电路为异步计数器。

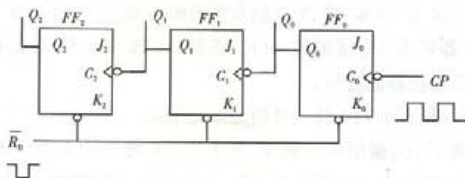


图 7.5-12 异步二进制计数器

分析计数器计数过程的步骤如下。

- ① 写出各触发器的驱动方程,即触发器输入端变量的表达式。

$$J_0 = K_0 = 1, J_1 = K_1 = 1, J_2 = K_2 = 1$$

注意:触发器的  $J, K$  端悬空,处于高电位状态。

②填写状态转换表。

因为各触发器的  $J, K$  输入均为高电平,所以,每当触发脉冲的下降沿到来时,  $Q_0$  翻转,即由 1 变为 0,或由 0 变为 1;每当  $Q_0$  由 1 变为 0 时,  $Q_1$  翻转;当  $Q_1$  由 1 变为 0 时  $Q_2$  翻转。由此,得表 7.5-8。

表 7.5-8 分析计数器所用的状态转换表

CP	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$K_1$	$J_0$	$K_0$
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	0	1	1	1	1	1	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	0	1	1	1	1	1	1
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	1

③图示电路中的各触发器均为下降沿触发,其工作波形如图 7.5-13 所示。

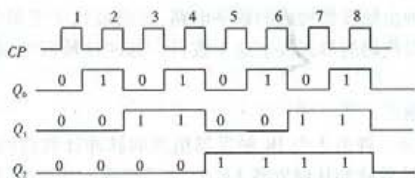


图 7.5-13 图 7.5-12 所示电路的工作波形

④根据状态转换表和波形图,得出适当的结论。

该计数器的工作方式为“异步”的;3个触发器的输出端  $Q_2, Q_1, Q_0$  以二进制形式表示输入的脉冲数,每一个触发器实质上完成的是一位二进制数的加法运算,从低位输出送入上一位  $C$  端的信号实质上是低位加法器的进位。

综上,该计数器是一种异步的 4 位二进制加法计数器。

从信号处理的角度看,  $Q_0$  输出 4 个脉冲,是 8 个  $CP$  脉冲的 1/2,所以,  $Q_0$  为二分频输出端,同理可知,  $Q_1$  和  $Q_2$  分别构成 4 分频和 8 分频。所以,二进制脉冲计数器也用来作为数字信号的分频器使用。

确定计数器进制数的方法还有一种,即根据计数器所能计的最大脉冲个数作为进制数,例如图 7.5-8 所示计数器最多能计 8 个脉冲,因此,它又是一个异步的 1 位 8 进制计数器。

【例 7.5-6】 设图 7.5-14 所示电路的 2 个 D 触发器的初始状态为“0”，则该电路是( )。

- (A) 异步二进制计数器  
(B) 同步三进制计数器  
(C) 异步四进制计数器  
(D) 同步五进制计数器

解: 答案为选项(C)。

根据已知电路图可知, 该电路 2 个 D 触发器的 CP 来自不同信号, 而且是上升沿触发, 所以图示电路为上升沿触发的异步计数器。

触发器的驱动方程:  $D_0 = \bar{Q}_0$ ,  $D_1 = \bar{Q}_0 Q_1$ 。

根据驱动方程和 D 触发器的逻辑功能状态表, 可得计数器的输出状态, 如下表。

CP	$Q_1$	$Q_0$	$D_1$	$D_0$
0	0	0	1	1
1	1	1	0	0
2	1	0	0	1
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1

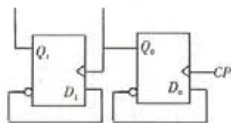


图 7.5-14 例 7.5-6 图

从整体来看计数电路, 由于是 4 个状态一循环, 所以该计数器为四进制计数器。

综上所述, (C) 选项为本题答案。

## 2. 同步二进制计数器

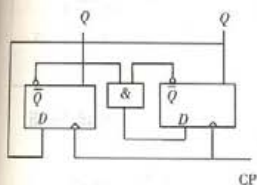


图 7.5-15 例 7.5-7 图

所谓“同步”是指计数器中各个触发器的脉冲来自同一个信号, 致使触发器的输出状态同步变化。以例 7.5-7 说明同步计数器的工作。

【例 7.5-7】 分析图 7.5-15 所示逻辑电路的逻辑功能, 并用输入/输出逻辑信号波形图加以说明。

解: 电路中各触发器的驱动方程:  $D_0 = \bar{Q}_0 \cdot \bar{Q}_1$ ,  $D_1 = \bar{Q}_0$ 。

该电路各触发器的状态如表 7.5-9:

表 7.5-9 各触发器的状态转换

CP	$Q_1$	$Q_0$	$D_0$	$D_1$
0	0	0	1	0
1	0	1	0	1
2	1	0	0	0
3	0	0	1	0

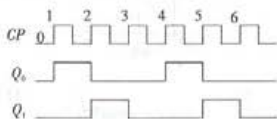


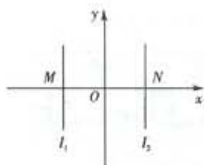
图 7.5-15 电路的工作波形

综上所述: 电路为三进制同步计数器(上升沿触发)。

## 仿真习题

7-1 如图所示,  $MO = ON$ , 若原点  $O$  处的磁感应强度为 0, 则  $I_1$  与  $I_2$  的关系为( )。





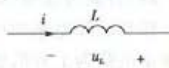
题 7-1 图

- (A) 大小相等, 方向相反  
 (B) 大小相等, 方向相同  
 (C) 大小无关, 方向相反  
 (D) 大小无关, 方向相同

7-2 电感元件上的电压  $u$  及电流  $i$  的参考方向如图所示, 描述  $u$  与  $i$  关系的表达式应该是( )。

(A)  $u = L \frac{di}{dt}$

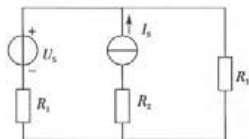
(B)  $u = -L \frac{di}{dt}$



题 7-2 图

(C)  $i = L \frac{du}{dt}$

(D)  $u = Li$



题 7-3 图

7-3 设图示电路中的元件参数为已知, 若采用支路电流法求解各支路电流, 则需列写的最少独立方程个数为( )。

(A) 4

(B) 3

(C) 2

(D) 1

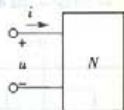
7-4 已知二端网络  $N$  的端口电压  $u(t) = 10 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ V}$ , 端口电流  $i(t) = 4 \sin(\omega t + 20^\circ) \text{ A}$ , 则二端网络  $N$  的等效阻抗为( )。

(A)  $2.5 \Omega$

(B)  $2.5 \angle 40 \Omega$

(C)  $2.5 \angle 80 \Omega$

(D)  $40 \angle 80 \Omega$

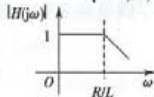
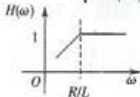


题 7-4 图

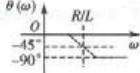
7-5 如图所示电路的传递函数及幅频特性曲线是( )。

(A)  $H(\omega) = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$

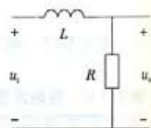
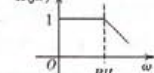
(B)  $|H(j\omega)| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$



(C)  $\theta(\omega) = -\arctan \frac{\omega L}{R}$



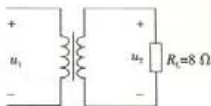
(D)  $H(j\omega) = \frac{R}{R + j\omega L}$



题 7-5 图

7-6 在图示电路中,负载  $R_L$  的消耗功率为 72 W,若变压器的变压比  $k=5$ ,则变压器原边电压有效值  $U_1$  ( )。

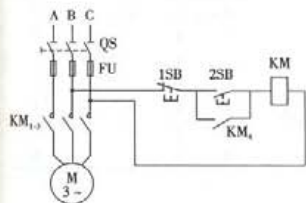
- (A) 等于 120 V  
(B) 等于 4.8 V  
(C) 等于 0.6 V  
(D) 无法计算



题 7-6 图

7-7 采用适当措施降低三相鼠笼式电动机的启动电流是为了( )。

- (A) 避免电动机烧损  
(B) 避免电动机瞬时过载  
(C) 避免熔断器烧断  
(D) 减小启动电流所引起的电网电压波动

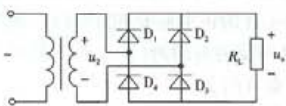


题 7-8 图

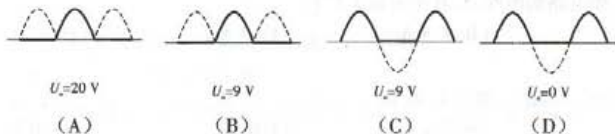
7-8 继电器接触控制电路如图所示,实现电动机连续运行的环节是( )。

- (A) QS 电器  
(B) FU 电器  
(C)  $KM_4$  触点构成的自锁环节  
(D)  $KM_{1-3}$  触点构成的环节

7-9 整流电路如图所示,设其非故障状态下的输出电压  $u_o$  的平均值  $U_o = 18$  V,若二极管  $D_1$  因损坏而断开,则输出电压  $u_o$  的波形及其平均值  $U_o$  为( )。

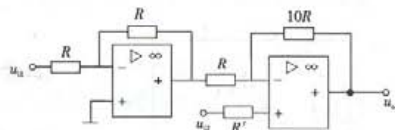


题 7-9 图

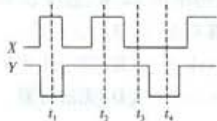


7-10 图示运算放大器应用电路的输出  $u_o$  与输入  $u_{i1}$ 、 $u_{i2}$  的关系式是( )。

- (A)  $u_o = 10u_{i1}$   
(B)  $u_o = 11u_{i2} + 10u_{i1}$   
(C)  $u_o = 11u_{i2} - 10u_{i1}$   
(D)  $u_o = 10u_{i2} + 10u_{i1}$



题 7-10 图

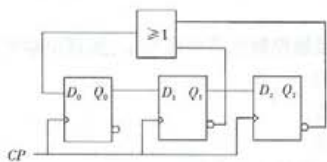


题 7-11 图

7-11 逻辑电路和输入信号  $X$ 、 $Y$  的波形如图所示,由此可知,输出  $F$  为“1”的时刻是( )。

- (A)  $t_1$  (B)  $t_2$   
(C)  $t_3$  (D)  $t_4$

7-12 在图示电路中,各触发器的初始状态均为“0”,该电路的状态表如表 1 所示,经分析,该电路是( )。



题 7-12 图

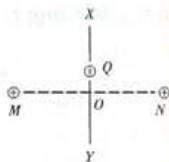
表 1

CP	$D_0$	$Q_0$	$Q_1$	$Q_2$
0	1	0	0	0
1	1	1	0	0
2	1	1	1	0
3	0	1	1	1
4	0	0	1	1
5	1	0	0	1
6	1	1	0	0

- (A) 右移寄存器 (B) 左移寄存器  
(C) 并行数据寄存器 (D) 串行数据寄存器

7-13 如图所示, $M$ 、 $N$  为电量相等的正电荷, $XY$  为  $MN$  的垂直平分线, $O$  为  $MN$  的中点。某重力不计的正电荷  $Q$  位于  $O$  点,先将  $Q$  向上移动很小距离后释放,电荷  $Q$  的受力方向为( )。

- (A) 垂直向下 (B) 垂直向上  
(C) 左上方 (D) 右上方



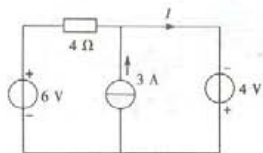
题 7-13 图

7-14 已知电路如图所示,其中电流  $I$  等于( )。

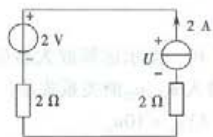
- (A) 5.5 A (B) 2.5 A (C) 0 A (D) 3.25 A

7-15 在图示电路中,电压  $U$  等于( )。

- (A) 0 V (B) 2 V (C) 6 V (D) 10 V



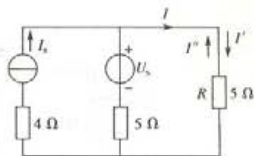
题 7-14 图



题 7-15 图

7-16 在图示电路中,若  $U_5$  单独作用时,  $I' = 1 \text{ A}$ ;  $I_5$  单独作用时,  $I'' = -1 \text{ A}$ , 那么  $U_5, I_5$  共同作用时, 电阻  $R$  中的电流  $I$  为( )。

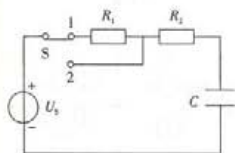
- (A)  $2 \text{ A}$  (B)  $0 \text{ A}$   
(C)  $-2 \text{ A}$  (D) 因  $U_5, I_5$  未知无法计算



题 7-16 图

7-17 已知某二端网络  $N$  的端口电压  $u(t) = 100 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ V}$ , 则不正确描述该电压的相量形式为( )。

- (A)  $\dot{U} = 50\sqrt{2} \angle 60^\circ \text{ V}$  (B)  $\dot{U}_m = 100 \angle 60^\circ \text{ V}$   
(C)  $\dot{U} = 100 \angle 60^\circ \text{ V}$  (D)  $\dot{U} = 50\sqrt{2} (\cos 60^\circ + j \sin 60^\circ) \text{ V}$



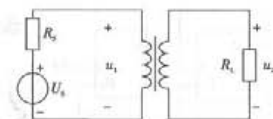
题 7-18 图

7-18 在图示电路中,若  $t=0$  时刻开关  $S$  从 1 $\rightarrow$ 2, 则下列不正确的说法是( )。

- (A) 电路出现暂态过程  
(B) 电路不出现暂态过程  
(C) 电路发生换路  
(D)  $u_C(0_+) = u_C(\infty)$

7-19 在图示电路中,信号源与理想变压器的原边相连,负载与变压器的副边相连,若信号源的电压  $U_5 = 12 \text{ V}$ ,  $R_5 = 72 \Omega$ , 则负载  $R_L = 8 \Omega$  获得最大功率时的端电压有效值  $U_2$  为( )。

- (A)  $36 \text{ V}$  (B)  $18 \text{ V}$   
(C)  $4 \text{ V}$  (D)  $2 \text{ V}$



题 7-19 图

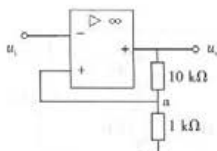
7-20 如下三相异步电动机的运行效率说法正确的是( )。

- (A) 运行效率与功率为单调增关系  
(B) 若  $P_m$  为效率最高时的负载功率, 则  $[0, P_m]$  区间内的运行效率与功率为单调增关系  
(C) 运行效率与功率为单调减关系  
(D) 若  $P_m$  为效率最高时的负载, 则  $[0, P_m]$  区间内的运行效率与功率为单调减关系

7-21 对于双极型晶体管(简称晶体管), 如下不正确的描述是( )。

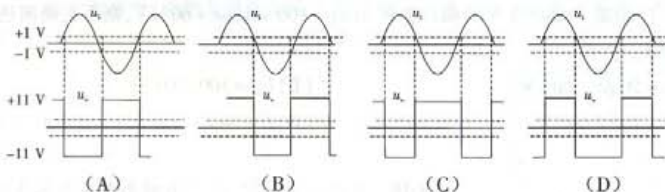
- (A) 晶体管的工作状态可分为截止状态、放大状态和饱和状态  
(B) 晶体管的工作区域可分为线性区和非线性区  
(C) 晶体管工作状态可由开关接通与断开的电路模型表示  
(D) 晶体管存在开关状态和放大状态两种工作状态





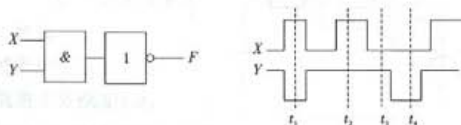
题 7-22 图

7-22 运算放大器应用电路如图所示, 设其输出饱和电压为  $\pm 11\text{ V}$ , 输入电压  $u_i$  为正弦信号, 则输出电压  $u_o$  的波形为 ( )。

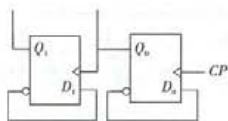


7-23 逻辑电路和输入信号  $X, Y$  的波形如图所示, 由此可知, 输出  $F$  为“0”的时刻是 ( )。

- (A)  $t_1$       (B)  $t_2$   
(C)  $t_3$       (D)  $t_4$



题 7-23 图



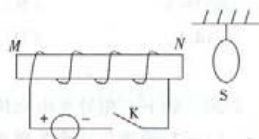
题 7-24 图

7-24 设图示电路的 2 个 D 触发器的初始状态为“0”, 则该电路是 ( )。

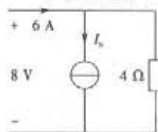
- (A) 异步二进制计数器  
(B) 同步三进制计数器  
(C) 异步四进制计数器  
(D) 同步五进制计数器

7-25 在图示电路中, 开关 K 闭合后, 导线环 S ( )。

- (A) 向远离 N 方向摆动      (B) 向 N 方向摆动  
(C) 不动      (D) 无法判断



题 7-25 图

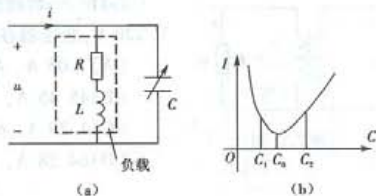


题 7-26 图

7-26 在如图所示电路中, 理想电流源中的电流及其功率状态分别为 ( )。

- (A) 4 A, 供出功率  
(B) 4 A, 吸收功率  
(C) -4 A, 吸收功率  
(D) -4 A, 供出功率

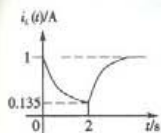
7-27 如图(a)电路中,电容  $C$  可调,若感性负载的功率因数为  $\cos \varphi$ ,并接电容后,电路的功率因数为  $\cos \varphi'$ ,电路的端口电流  $i$  的有效值  $I$  和电容  $C$  的关系如图(b)所示,则下列说法不正确的是( )。



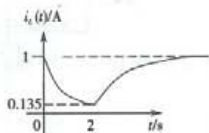
题 7-27 图

- (A) 当  $C = C_0$  时,电路的功率因数最大  
 (B) 当  $C < C_0$  时,  $\cos \varphi' > \cos \varphi$   
 (C) 当  $C > C_0$  时,电路出现过补偿  
 (D) 当  $C > C_0$  时,  $\cos \varphi' > \cos \varphi$

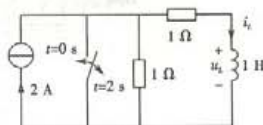
7-28 图示电路在  $t = 0$  s 时刻和  $t = 2$  s 时刻出现两次换路,那么如下描绘电感电流  $i_L$  变化规律的波形是( )。



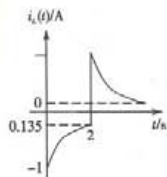
(A)



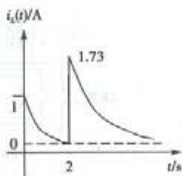
(B)



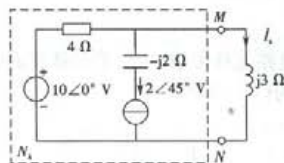
题 7-28 图



(C)



(D)



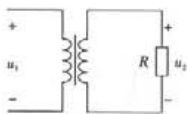
题 7-29 图

7-29 已知电路如图所示,若用端电压为  $\dot{U}_S$  电压源元件和复阻抗  $Z_S$  的串联组合对有源二端网络  $N_A$  进行等效,则( )。

- (A)  $\dot{U}_S = (10 + 8 \angle 45^\circ)$  V,  $Z_S = 4 \Omega$   
 (B)  $\dot{U}_S = (-j2 \times 2 \angle 45^\circ)$  V,  $Z_S = 4 \parallel (-j2) \Omega$   
 (C)  $\dot{U}_S = (10 - 8 \angle 45^\circ)$  V,  $Z_S = 4 \Omega$   
 (D)  $\dot{U}_S = 4 \angle -45^\circ$  V,  $Z_S = (4 - j2) \Omega$

7-30 已知三相对称电源的 A 相电压  $u_A = \sqrt{2} U_p \sin \omega t$  V,则线电压  $u_{AB} = ( \quad )$ 。

- (A)  $\sqrt{3} U_p \sin(\omega t + 30^\circ)$  V  
 (B)  $\sqrt{6} U_p \sin(\omega t + 30^\circ)$  V  
 (C)  $\sqrt{3} U_p \sin(\omega t - 30^\circ)$  V  
 (D)  $\sqrt{6} U_p \sin(\omega t - 30^\circ)$  V

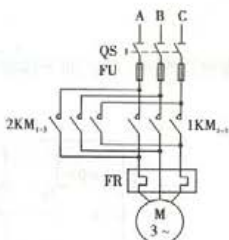


题 7-31 图

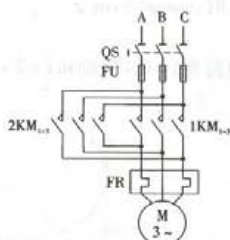
7-31 一台理想单相变压器,额定容量为 10 kVA,电压为 3 300 V/220 V,变压器在额定状态下运行时,原副边电流分别为( )。

- (A) 3.03 A, 45.45 A
- (B) 45.45 A, 3.03 A
- (C) 4.29 A, 64.28 A
- (D) 64.28 A, 4.29 A

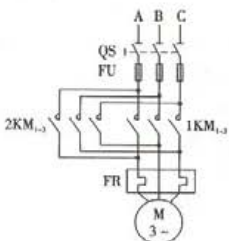
7-32 下面四个继电器接触控制主电路中,不能实现电动机正反转控制的是( )。



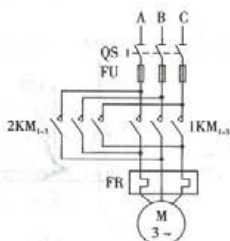
(A)



(B)



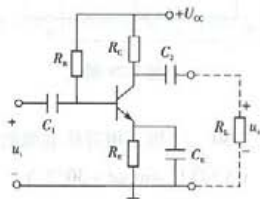
(C)



(D)

7-33 在如图所示电路中,晶体管工作于放大区,设各电路元件参数已知,若晶体管的电流放大倍数为  $\beta$ ,则该电路的电压放大倍数和输出电阻分别为( )。

- (A)  $A_u = -\beta \frac{R_c // R_L}{r_{be}}, r_o = R_c // R_L$
- (B)  $A_u = -\beta \frac{R_c // R_L}{r_{be}}, r_o = R_c$
- (C)  $A_u = -\beta \frac{R_c // R_L}{r_{be} + (1 + \beta) R_E}, r_o = R_c // R_L // R_E$
- (D)  $A_u = -\beta \frac{R_c}{r_{be} + (1 + \beta) R_E}, r_o = R_c // R_E$



题 7-33 图

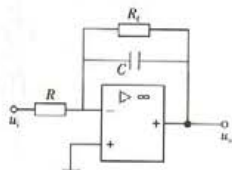
7-34 如图所示运算放大电路,输出  $u_o$  与输入  $u_i$  的关系式是( )。

(A)  $u_o = -\left(\frac{R_f}{R}u_i + \frac{1}{RC}\int u_i dt\right)$

(B)  $u_o = -\left(\frac{R_f}{R}u_i + \frac{u_i}{RC}t\right)$

(C)  $u_o = -\left(\frac{R_f}{R}u_i + RC\int u_i dt\right)$

(D)  $C\frac{du_o}{dt} + \frac{u_o}{R_f} + \frac{u_i}{R} = 0$



题 7-34 图

7-35 已知逻辑电路如图所示,经分析可知,输出  $F$  与输入信号  $X, Y$  之间的逻辑表达式为( )。

(A)  $F = XY + \overline{XY}$

(B)  $F = XY \oplus \overline{XY}$

(C)  $F = \overline{XY} + \overline{XY}$

(D)  $F = (X + Y) \cdot (\overline{X} + \overline{Y})$

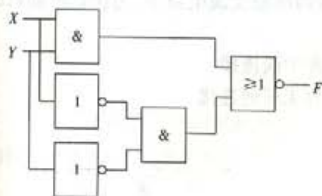
7-36 如图所示电路,设  $Q_1, Q_0$  的原状态为“00”,送入一个  $CP$  脉冲后的新状态为( )。

(A) 11

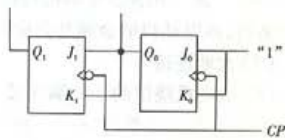
(B) 10

(C) 01

(D) 00

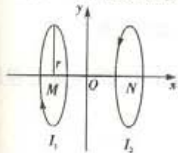


题 7-35 图



题 7-36 图

7-37 如图所示,  $MO = ON$ , 若  $I_1 = I_2$ , 则原点  $O$  处的磁感应强度( )。



题 7-37 图

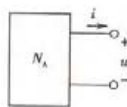
(A)  $B = \frac{2\mu_0}{2\pi r} \cdot I$

(B)  $B = 2\pi r \cdot \mu_0 I$

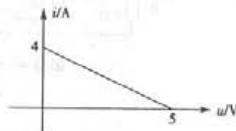
(C)  $B = \frac{\mu_0}{2\pi r} \cdot I$

(D)  $B = 0$

7-38 图(a)所示二端口网络  $N_A$  的外特性如图(b)所示,  $N_A$  的等效电源模型为( )。



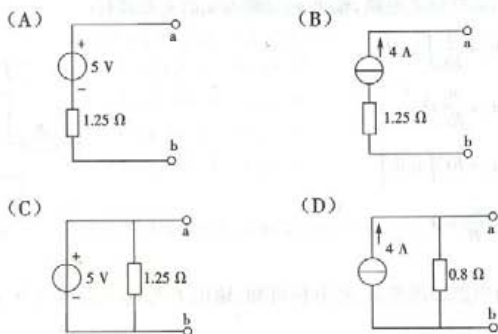
(a)



(b)

题 7-38 图





7-39 已知某激励信号  $u(t) = 1.732\sin(314t + 30^\circ)$  V, 由此可知该信号的有效值、频率及初相角分别为( )。

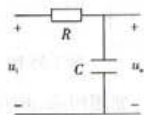
- (A) 1 V, 314 rad/s,  $30^\circ$       (B) 1.732 V, 0.02 s,  $30^\circ$   
 (C) 1.225 V, 50 Hz,  $30^\circ$       (D) 1.732 V, 314 rad/s,  $30^\circ$

7-40 某三相异步电动机运行于中心点接地的三相四线制交流电源上, 为保证电动机的安全运行, 该电动机的金属外壳应与( )。

- (A) 大地连接      (B) 电源中线连接  
 (C) 电动机绕组的任一端连接      (D) 外界无任何连接

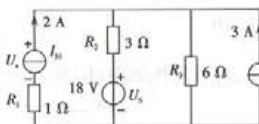
7-41 如图所示电路是一个( )。

- (A) 带通滤波器  
 (B) 高通滤波器  
 (C) 低通滤波器  
 (D) 带阻滤波器

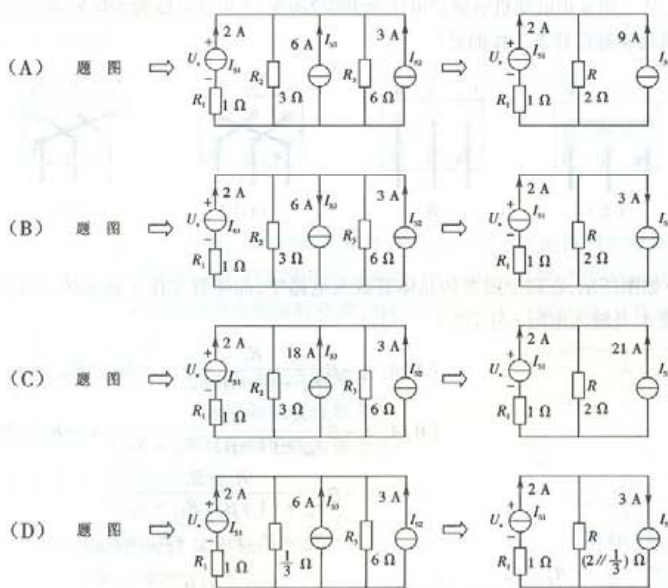


题 7-41 图

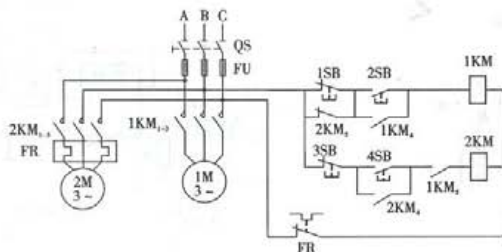
7-42 利用电压源与电流源等效互换的方法求解图示电路中的电压  $U_x$  的正确过程是( )。



题 7-42 图



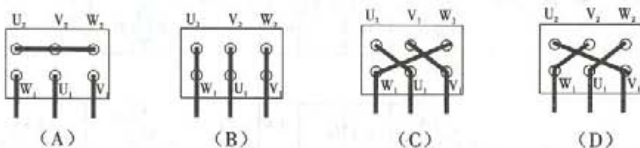
7-43 实现两台电动机顺序控制的主电路和控制电路如图所示,根据主电路和控制电路的控制原理,它所实现的控制逻辑是( )。



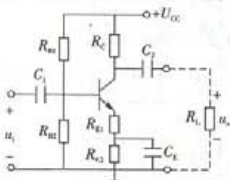
题 7-43 图

- (A) 1M 启动后, 2M 才能启动; 1M 停转后, 2M 才能停转  
 (B) 1M 启动后, 2M 才能启动; 2M 停转后, 1M 才能停转  
 (C) 2M 启动后, 1M 才能启动; 1M 停转后, 2M 才能停转  
 (D) 2M 启动后, 1M 才能启动; 2M 停转后, 1M 才能停转

7-44 某三相异步电动机的额定电压为 380/220 V,若电源电压为 380 V,则下面 4 个图中能使电动机处于额定状态工作的是( )。



7-45 如图所示,在固定偏置的晶体管放大电路中,晶体管工作于放大区,则该电路的电压放大倍数  $A_u$  及输入电阻  $r_i$  分别为( )。



题 7-45 图

$$(A) A_u = -\beta \frac{R_c}{r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}}, r_i = R_{B1} // R_{B2} // (r_{be} + R_{E1})$$

$$(B) A_u = -\beta \frac{R_c}{r_{be} + (1 + \beta) (R_{E1} + R_{E2})}, r_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be}$$

$$(C) A_u = -\beta \frac{R_c // R_L}{r_{be} + (1 + \beta) (R_{E1} + R_{E2})},$$

$$r_i = R_{B1} // R_{B2} // (r_{be} + R_{E1} + R_{E2})$$

$$(D) A_u = -\beta \frac{R_c // R_L}{r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}}, r_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}]$$

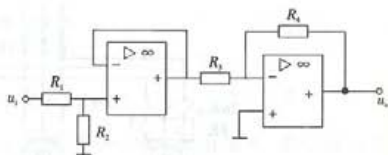
7-46 在图示运算放大器应用电路中,电路参数已知,那么在输入信号  $u_i$  的作用下,输出  $u_o$  等于( )。

$$(A) -\frac{R_4}{R_3} \cdot u_i$$

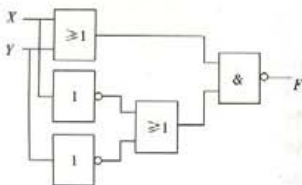
$$(B) -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_4}{R_3} \cdot u_i$$

$$(C) \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \cdot u_i$$

$$(D) \frac{R_4}{R_3} \cdot u_i$$



题 7-46 图



题 7-47 图

7-47 已知逻辑电路如图所示,经分析可知,输出  $F$  与输入信号  $X, Y$  之间的逻辑表达式为( )。

$$(A) F = XY + \bar{X}\bar{Y}$$

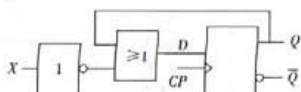
$$(B) F = \bar{X}Y + \bar{X}\bar{Y}$$

$$(C) F = (X \oplus Y) \cdot (\bar{X} \oplus \bar{Y})$$

$$(D) F = \bar{X}\bar{Y} + \bar{X}Y$$

7-48 已知逻辑电路如图所示,当  $X = "0"$  时,脉冲 CP 到来后, D 触发器( )。

- (A) 具有计数功能  
(B) 保持原有状态  
(C) 置“0”  
(D) 置“1”



题 7-48 图



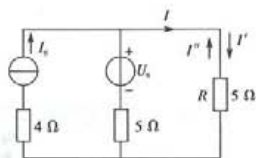
题 7-49 图

7-49 如图所示,  $M$ 、 $N$  为电量相等的正电荷,  $XY$  为  $MN$  的垂直平分线,  $O$  为  $MN$  的中点。某重力不计的正电荷  $Q$  位于  $O$  点, 先将  $Q$  向上移动很小距离后释放, 电荷  $Q$  将沿  $YX$  直线运动, 它在运动过程中, ( )。

- (A) 加速度逐渐变小  
(B) 电场强度逐渐变小  
(C) 所受电场力逐渐变大  
(D) 电场强度先变大, 后变小

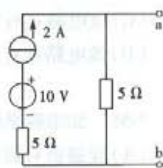
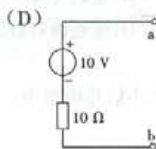
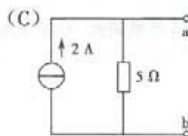
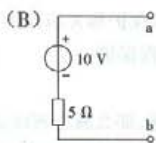
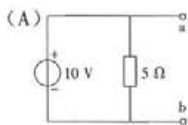
7-50 在图示电路中, 若  $U_s$  单独作用时,  $I' = 1 \text{ A}$ , 电阻  $R$  消耗的功率  $P' = 5 \text{ W}$ ,  $I_s$  单独作用时,  $I'' = -1 \text{ A}$ , 电阻  $R$  消耗的功率  $P'' = 5 \text{ W}$ , 那么  $U_s$ 、 $I_s$  共同作用时, 电阻  $R$  消耗的功率为( )。

- (A)  $P' + P'' = 10 \text{ W}$   
(B)  $(I' - I'')R = 20 \text{ W}$   
(C)  $(I + I'')^2 R = 0 \text{ W}$   
(D) 因  $U_s$ 、 $I_s$  未知, 无法计算

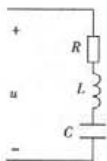


题 7-50 图

7-51 如图所示电路的戴维南等效模型为( )。



题 7-51 图



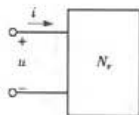
题 7-52 图

7-52 RLC 串联电路如图所示,在正弦电压  $u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi)$  的激励下,其等效复阻抗等于( )。

- (A)  $R + jX_L - jX_C$   
 (B)  $R + jX_L + jX_C$   
 (C)  $R - jX_L - + jX_C$   
 (D)  $R + X_L + X_C$

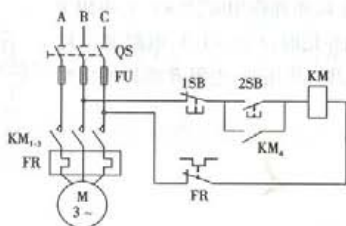
7-53 无源二端网络  $N_p$  如图所示,设  $u(t) = 100 \sin(\omega t + 60^\circ)$  V,  $i(t) = 10 \sin \omega t$  A,则该网络的有功功率和无功功率分别为( )。

- (A)  $P = 100 \times 10 \times \cos 60^\circ = 500$  W,  $Q = 100 \times 10 \times \sin 60^\circ = 866$  Var  
 (B)  $P = \frac{100}{\sqrt{2}} \times \frac{10}{\sqrt{2}} \times \cos 60^\circ = 250$  W,  $Q = \frac{100}{\sqrt{2}} \times \frac{10}{\sqrt{2}} \times \sin 60^\circ = 433$  Var  
 (C)  $P = 866$  W,  $Q = 500$  Var  
 (D)  $P = 433$  W,  $Q = 250$  Var



题 7-53 图

7-54 继电器控制电路如图所示,如下说法中不正确的是( )。



题 7-54 图

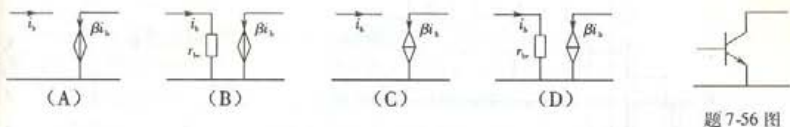
- (A) 该电路具有短路保护、过载保护和欠压保护  
 (B) 该电路具有短路保护、过载保护和零压保护  
 (C) 该电路具有短路保护、过载保护、零压保护和欠压保护  
 (D) 该电路具有短路保护、过载保护和行程保护

7-55 如果称平滑调速为连续(无级)调速,那么属于连续调速的方法是( )。

- (A) 变磁极对数调速 (B) 变转差率调速  
 (C) 变频调速 (D) 变磁极对数调速、变转差率调速、变频调速

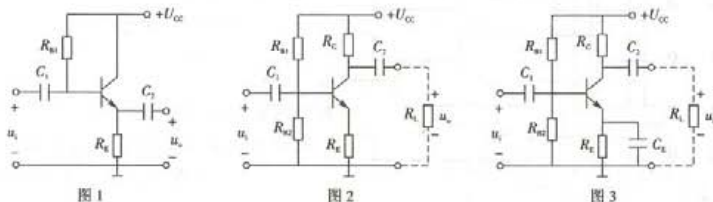
7-56 图示双极型晶体管(简称晶体管)的小信号模型为( )。





题 7-56 图

7-57 图 1~图 3 为三个不同的晶体管放大电路,下列说法正确的是( )。

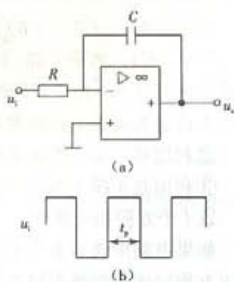


题 7-57 图

- (A) 图 1~图 3 均具有稳定的静态工作点,但只有图 1 不具有电压放大能力  
 (B) 若图 2 和图 3 电路中各元件型号及参数相同,则它们具有相同的电压放大能力  
 (C) 它们的输入电阻均与负载有关  
 (D) 以上三种说法均不正确

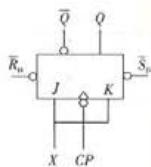
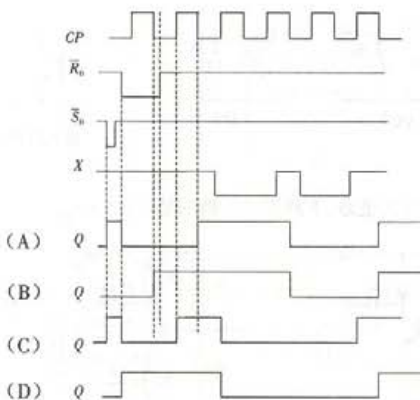
7-58 若图(a)电路中的输入电压如图(b)所示,则输出电压  $u_o$  的波形为( )。

- (A)  $u_o$
- (B)  $u_o$
- (C)  $u_o$
- (D)  $u_o$

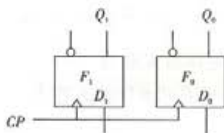


题 7-58 图

7-59 将 JK 触发器的 J、K 端连接起来(如图所示),若脉冲信号、置位端、复位端和数据 X 端信号如图所示,则输出 Q 的波形为( )。



题 7-59 图



题 7-60 图

7-60 由 D 触发器组成的电路如图所示, 该电路是 ( )。

- (A) 左移寄存器  
(B) 右移寄存器  
(C) 具有取数功能的数据存储器  
(D) 具有存数功能的数据存储器

## 习题答案

7-1 (B) 7-2 (B)

7-3 (C)。解题思路: 分析电路结构, 电路具有  $n$  个节点、 $m$  个网孔和  $l$  条支路, 利用支路电流法列写这  $l$  个独立方程的具体步骤如下。

- ① 设定各支路电流的参考方向和各网孔的循环方向;
- ② 利用基尔霍夫电流定律 (KCL) 列出  $n-1$  个节点的电流方程;
- ③ 利用基尔霍夫电压定律 (KVL) 列出  $m$  个回路的电压方程。

这  $l$  个方程相互独立。

如果电路中含有  $k$  个电流源, 则回路电压方程的个数将减少  $k$  个, 所需列写的  $(m-k)$  个电压方程应选择那些不包含电流源的回路。

根据已知电路有:  $n=2$  个节点、 $m=2$  个网孔和  $l=3$  条支路,  $k=1$  个电流源, 所以, 本题所需最少的独立方程数为 2 个, 分别为:  $(2-1)$  个 KCL 方程、 $(2-1)$  个 KVL 方程。

7-4 (A) 7-5 (D)

7-6 (A)。解题思路: 根据负载的消耗功率和电阻值, 可得副边电压有效值  $U_2: \frac{U_2^2}{R_1} = P =$

72 W,  $U_2 = 24$  V, 再根据变压器的电压变比  $k = \frac{U_1}{U_2}$ , 可得  $U_1 = 120$  V, 所以, 选项 (A) 正确。 (B) 选项错误地认为  $U_1 = kU_2$ 。

7-7 (D) 7-8 (C)

7-9 (C)。解题思路:图示电路在非故障状态下具有全波整流作用,输出波形如图(a)所示,输出电压  $U_o$  的平均值与  $u_2$  有效值之间存在关系式  $U_o = 0.9U_2$ , 根据已知  $U_o = 18\text{ V}$ , 可得  $U_2 = 20\text{ V}$ 。当  $D_4$  损坏而断开后, 电路变为半波整流电路, 其输出波形如图(b)所示, 半波整流电路输出电压  $U_o$  的平均值与  $u_2$  有效值之间存在关系式  $U_o = 0.45U_2$ , 所以,  $U_2 = 0.9\text{ V}$ 。故选项(C)正确。

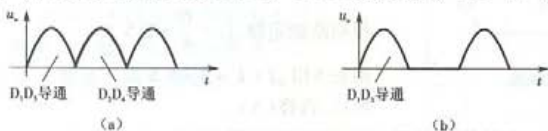
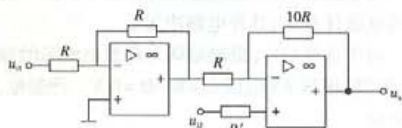


图 7-9 解图

7-10 (B)。解题思路:本题为两级放大电路。前级运算放大器为反相比例放大器,其输出为  $u_{o1}$ ,  $u_{o1}$  与  $u_{i1}$  关系为:

$$u_{o1} = \frac{R}{R'} u_{i1} = -u_{i1}$$

后级运算放大器为加法器。应用叠加原理  $u_o = u'_o + u''_o$ , 其中:  $u_{o1}$  单独作用时,  $u'_o$  与  $u_{o1}$  为反相比例放大,  $u'_o = -10u_{o1} = 10u_{i1}$ ;  $u_{i2}$  单独作用时,  $u''_o$  与  $u_{i2}$  为同相比例放大,  $u''_o = (1 + 10)u_{i2} = 11u_{i2}$ , 所以,  $u_o = u'_o + u''_o = 11u_{i2} + 10u_{i1}$ , 选项(B)正确。



题 7-10 解图

7-11 (D)。解题思路:图示逻辑电路具有“或非”逻辑功能,有 1 则 0,全 0 则 1。 $t_1 \sim t_4$  个时刻的输入与输出状态如下表所示。

表

	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$
X	1	1	0	0
Y	0	1	1	0
F	0	0	0	1

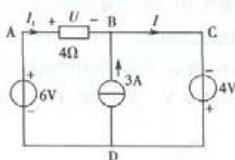
所以,选择(D)。

7-12 (A)。解题思路:由下表不难得到  $D_0$ 、 $Q_0$ 、 $Q_1$ 、 $Q_2$  在 CP 脉冲的作用下状态的变化规律(如下表所示),由于数据是从低位向高位移动,所以应选(A)。

表

CP	$D_0$	$Q_0$	$Q_1$	$Q_2$
0	1	0	0	0
1	1	↓	0	0
2	1	↓	↓	0
3	0	↓	↓	↓
4	0	↓	↓	↓
5	1	↓	↓	↓
6	1	↓	↓	↓

## 7-13 (B)



题 7-14 解图

7-14 (A)。解题思路:本题是基尔霍夫电压定律(KVL)、基尔霍夫电流定律(KCL)和欧姆定律的应用。该题正确的求解是:

由 ABCDA 回路,根据 KVL,  $U = 6 + 4 = 10 \text{ V}$

根据欧姆定律,  $I_1 = \frac{U}{4} = 2.5 \text{ A}$

根据 KCL,  $I = I_1 + 3 = 5.5 \text{ A}$

所以,选择(A)。

对于选项(B),应用 KVL 计算  $U$  时出现错误,即  $U = 6 - 4 = 2 \text{ V}$ 。

对于选项(C),错误地认为理想电压源中的电流为  $0 \text{ A}$ 。理想电压源的端电压恒定,其通过的电流任意,由其外电路决定。

对于选项(D),错误地认为理想电流源的端电压为  $0 \text{ V}$ ,导致电压  $U$  的计算错误,即由 ABDA 回路,根据 KVL,得  $U = 6 - 0 = 6 \text{ V}$ 。理想电流源的输出电流恒定,其端电压任意,由其外电路决定。

7-15 (D)。解题思路:选项 A 错在认为恒流源的端电压等于  $0$ ;

选项(B)将电阻  $R_2$  上的电压方向误看成上“+”下“-”,由此导致  $U = U_s + 2 \times R_1 - 2 \times R_2 = 2 \text{ V}$ 。

选项(C)误去掉了电阻  $R_2$  对电压的影响,使得

$$U = U_s + 2 \times R_1 = 6 \text{ V}$$

本题的正确计算:根据 KVL 列写方程  $U = U_s + 2 \times (R_1 + R_2) = 10 \text{ V}$ ,所以选(D)项。

7-16 (A) 7-17 (C) 7-18 (A)

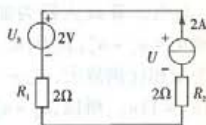
7-19 (D)。解题思路:本题的正确解答如下。

若  $R_1$  获得最大功率,则根据最大功率原理和阻抗匹配变换,有  $k^2 R_1 = R_s$ ,所以,  $k = 3$ 。因为  $U_1 = \frac{1}{2} U_s = 6 \text{ V}$ ,所以,由电压变换得  $U_2 = \frac{U_1}{k} = 2 \text{ V}$ 。选(D)正确。选项(C)对电压变换理解

解错误,认为  $k = \frac{U_s}{U_2}$ ;选项(B)的错误在于  $U_2 = k U_1 = 18 \text{ V}$ ;选项(A)误认为  $U_1 = k U_s = 36 \text{ V}$ 。

7-20 (B)

7-21 (C)。解题思路:晶体管的工作区域分为线性区和非线性区,其相应区域的工作状态及等效模型如下表:



题 7-15 解图

表

工作区域	线性区	非线性区	
工作状态	放大状态	截止状态	饱和状态
等效模型	小信号模型	开关断开	开关闭合

所以,选(C)项。

7-22 (A)。解题思路:本题是运算放大器非线性特性知识的应用。

当  $u_o = +11 \text{ V}$  时,  $V_+ = V_- = 1 \text{ V}$ ,  $u_i > V_+$  时,  $u_o = -U_{om}$ ; 当  $u_o = -11 \text{ V}$  时,  $V_+ = V_- = -1 \text{ V}$ ,  $u_i < V_+$ ,  $u_o = -U_{om}$ 。

7-23 (B)

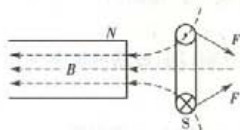
7-24 (C)。解题思路:根据已知电路图可知,该电路2个D触发器的CP来自不同信号,所以为上升沿触发的异步计数器,触发器的输出状态如右表:4个状态一循环,所以为四进制计数器。综上所述,(C)选项为本题答案。

表

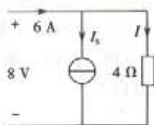
CP	$Q_1$	$Q_0$
0	0	0
1	1	1
2	1	0
3	0	1
4	0	0

7-25 (A)。解题思路:开关K闭合,在螺线管内电流I的作用下导磁材料产生磁场,导线环S内的磁能量增强,导线环S中产生感应电流,根据左手定则可判断导线环S的受力方向。磁场、感应电流及受力方向如图所示。所以选(A)。

另解思路:开关K闭合,导线环S必然向磁场弱的方向运动,这是因为感应电流的效果总是要反抗引起感应电流的原因。



题 7-25 解图



题 7-26 解图

7-26 (B)。解题思路:根据欧姆定律,可得  $I = \frac{8 \text{ V}}{4 \Omega} = 2 \text{ A}$ , 根据 KCL, 可得  $I_s = 6 - I = 4 \text{ A}$ 。

由于理想电流源的端电压与电流  $I_s$  方向一致,所以,理想电流源的功率状态为消耗(或吸收)功率。因此,选(A)项。

7-27 (D)

7-28 (A)。解题思路:本题所讨论的问题为电感中电流  $i_L$  的变化规律,根据换路定则(换路瞬间电感中的电流不能突变,电容两端的电压不能突变)可判断选项(C)和选项(D)错误。

当  $t = 0 \text{ s}$  电路第一次换路时,  $i_L(0_+) = 1 \text{ A}$ ,  $\tau_1 = \frac{L}{R} = 1 \text{ s}$ ,  $i_L(\infty) = 0 \text{ A}$ , 由三要素法确定  $i_L$  的变化规律为:

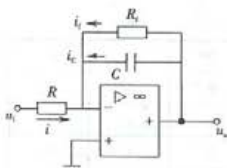
$$i_L(t) = i_L(\infty) + [i_L(0_+) - i_L(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau_1}} = e^{-t} (\text{A}) \quad (t \geq 0 \text{ s})$$

当  $t = 2 \text{ s}$  电路第二次换路时,  $i_L(2_+) = i_L(2_-) = e^{-2} = 0.135 \text{ A}$ ,  $\tau_2 = \frac{L}{R+R} = 0.5 \text{ s}$ ,  $i_L(\infty) = 1 \text{ A}$  由于  $\tau_2 < \tau_1$ , 说明第二次暂态过程的响应速度快于第一次暂态过程的响应速度,所以,选(A)项。

7-29 (C) 7-30 (B) 7-31 (A) 7-32 (A)



7-33 (B)。解题思路:本题讨论共射极电路的动态问题。由于电容  $C_E$  的存在,使  $R_E$  电阻仅起到稳定静态工作点的作用,不影响动态问题,因此选项(C)和选项(D)错误。由于输出电阻  $r_o$  与负载无关,因此选项(B)正确。



题 7-34 解图

7-34 (D)。解题思路:图中,因为  $u_- = 0$ , 所以有  $u_- \approx u_+$ ,  $= 0$ , 由于  $i_- \approx 0$ , 根据 KCL 可得反向端的节点电流方程:

$$i + i_f + i_o = 0$$

$$\text{因 } u_- = 0, \text{ 有: } i = \frac{u_i}{R}, i_f = \frac{u_o}{R_f}, i_o = C \frac{du_o}{dt}$$

$$\text{于是 } \frac{u_i}{R} + \frac{u_o}{R_f} + C \frac{du_o}{dt} = 0$$

选项(D)正确。

对于其他三个选项与积分电路混淆了。

7-35 (A)。解题思路:选项(B)误将“或”逻辑门符号( $\geq 1$ )认为“异或”逻辑门符号( $= 1$ );

选项(C)误将“与”逻辑门看成“与非”逻辑门;

选项(D)误将“与”逻辑门看成“或”逻辑门,将“或”逻辑门看成“与”逻辑门。

7-36 (C) 7-37 (D)

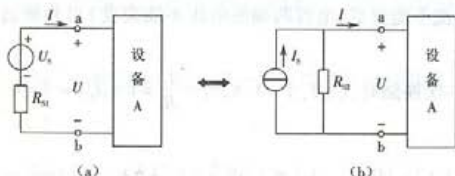
7-38 (A)。解题思路:外特性在横轴和纵轴上的截距分别为端口的短路电流和开路电压,所以

电压源模型中理想电压源的电压值为 4 V, 内阻 =  $\frac{\text{开路电压}}{\text{短路电流}} = 1.25 \Omega$ , 二者串联;

电流源模型中理想电流源的电流值为 5 A, 内阻 =  $\frac{\text{开路电压}}{\text{短路电流}} = 1.25 \Omega$ , 二者并联。

7-39 (C) 7-40 (B) 7-41 (C)

7-42 (A)。解题思路:针对同一设备,为其提供电源的电路模型可以是电压源模型,也可以是电流源模型,如下图所示,当  $R_{s1} = R_{s2} = R_s$ ,  $U_s = I_s R_s$  时,它们的端口电压-电流关系(即伏安特性)一定完全相同,两者可以等效互换。值得注意的是:两个理想电源电压电流的参考方向。



题 7-42 解图

选项(B)的问题:在将电压源模型( $U_s R_2$  串联)等效转换为电流源模型( $I_s R_2$  并联)时,电流源的电流方向反了。

选项(C)和选项(D)问题:在将电压源模型等效转换为电流源模型时,电流源电流、等效电阻值不满足等效条件。

7-43 (B)。解题思路:由于 $1KM_3$ 的存在,使得1M启动后,2M才能启动;由于 $2KM_3$ 的存在,使得1M必须在2M停转后才能停转,所以,(B)正确。

7-44 (A)

7-45 (D)。解题思路:本题放大电路存在负载,所以,选项(A)和选项(B)不正确。

本题晶体管放大电路的小信号模型如图所示,由此可得:

$$\dot{U}_i = \dot{I}_b r_{be} + (1 + \beta) \dot{I}_b R_{E1}$$

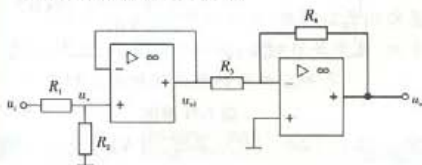
$$\dot{U}_o = -\beta \dot{I}_b R_C // R_L$$

$$\text{所以 } A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b R_C}{\dot{I}_b r_{be} + (1 + \beta) \dot{I}_b R_{E1}}$$

$$= -\frac{\beta R_C}{r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}}$$

$$r_i = R_{B1} // R_{B2} // [r_{be} + (1 + \beta) R_{E1}]$$

选项(C)错,选项(D)对。



题 7-46 解图

第二级为反比例放大电路,  $u_o = -\frac{R_4}{R_3} u_{o1}$ , 因此,  $u_o = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_4}{R_3} u_i$ , 答案为(B)。

7-47 (A)。解题思路:本题组合逻辑电路中各个门逻辑的输出如图所示,根据逻辑化简公式可得:

$$\begin{aligned} F &= \overline{(X+Y)(\bar{X}+\bar{Y})} \\ &= \overline{X \cdot \bar{X} + Y \cdot \bar{X} + X \cdot \bar{Y} + Y \cdot \bar{Y}} \\ &= \overline{Y \cdot \bar{X} + X \cdot \bar{Y}} = XY + \bar{X}\bar{Y} \end{aligned}$$

所以,选项(A)正确,该电路具有“同或”逻辑关系,与“异或”逻辑关系相反。

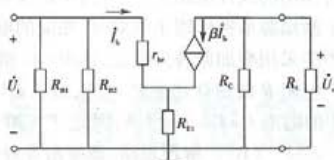
选项(B)将“或”逻辑门符号误认为“与”逻辑门。

选项(C)将“与”逻辑符号误认为“或”逻辑,将“或”逻辑误认为“异或”逻辑。

选项(D)所描述输入输出逻辑关系是“异或”逻辑。

7-48 (D)。解题思路:根据已知电路可知:数据端 $D$ 与输入 $X$ 、输出 $Q$ 的关系是 $D = \bar{X} + Q$ ,当 $X=0$ 时, $\bar{X}=1$ , $D$ 触发器的数据端为1,所以,当 $CP$ 脉冲到来后, $Q=1$ 。

7-49 (D)。解题思路: $Q$ 在 $MN$ 中点,合成电场强度为0; $Q$ 沿 $YX$ 至无限远处,合成电场依然为0,所以电场强度先变大,后变小。故选项(D)正确,(B)错。

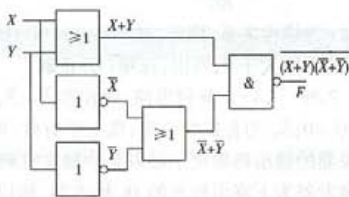


题 7-45 解图

7-46 (B)。解题思路:本题为两级放大电路,第一级为电压跟随器,其输出  $u_{o1} = u_i$ , 而

$$u_o = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_i$$

所以  $u_{o1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_i$



题 7-47 解图

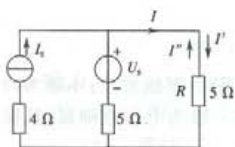
因为  $E = \frac{F}{q}$ , 所以  $Q$  的受力先大后小, 而加速度  $a = \frac{F}{m}$ , 所以选项 (A)、(C) 错。

7-50 (B)。解题思路: 叠加原理是线性系统叠加性的表现形式。对于存在多个激励源同时作用的线性电路来讲, 电路中的某两点间电压或某条支路电流为总响应(总量), 它等于各个激励源单独作用于电路时, 相应的电压或电流的代数和。求解电路中某些元件的功率问题不能采用叠加原理。因此, 选项 (A) 错。

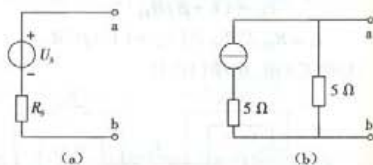
电阻  $R$  的消耗功率  $P = I^2 R$ , 由于  $I'$  与  $I$  的参考方向相同,  $I''$  与  $I$  的参考方向相反, 所以电阻  $R$  中的电流  $I = I' - I'' = 2 \text{ A}$ , 因此,  $P = 20 \text{ W}$ , 选项 (B) 对, 选项 (C) 错。

7-51 (B)。解题思路: 戴维南等效模型为理想电压源与电阻串联, 如图 (a) 所示, 所以选项 (A) 和 (C) 错。等效模型中:  $U_S$  为 ab 端口的开路电压,  $R_S$  为 ab 端口的除源后的等效电阻。

本题 ab 端口的开路电压  $= 2 \times 5 = 10 \text{ V}$ ; 根据除源原则: 理想电压源视为短路, 理想电流源视为开路, 可得无源电路, 如图 (b) 所示, 其等效电阻  $= 5 \Omega$ , 所以, 答案为选项 (B)。



题 7-50 解图



题 7-51 解图

7-52 (A) 7-53 (B) 7-54 (D) 7-55 (C) 7-56 (D) 7-57 (A)

7-58 (C)。解题思路: 该电路是积分运算电路, 输出与输入满足关系式:  $u_o = -\frac{1}{RC} \int u_i dt$ , 当  $u_i$  为常量  $U_i$  时, 关系式演变为:

$$u_o = -\frac{U_i}{RC} t \quad (1)$$

$u_o$  与  $t$  为线性关系, 因此, 选项 (A) 和 (B) 错。当  $U_i > 0$  时, 式 (1) 的斜率小于 0; 当  $U_i < 0$  时, 式 (1) 的斜率大于 0, 所以, 选项 (C) 正确。

7-59 (A)。解题思路: 触发器  $\bar{R}_0$ 、 $\bar{S}_0$  的含义:  $\bar{R}_0$  为直接复位端, 低电平有效, 即  $\bar{R}_0 = 0$  时,  $Q = 0$ ;  $\bar{S}_0$  为直接置位端, 低电平有效, 即  $\bar{S}_0 = 0$  时,  $Q = 1$ ; 置位和复位信号均为高电平时, 触发器的输出将取决于触发脉冲触发时刻的输入值。所以, 选项 (B) 和 (D) 错。由题图可知, 该触发器为下降沿触发的 JK 触发器, 所以, 选项 (A) 对。选项 (C) 误认为该触发器为上升沿触发的 JK 触发器。

7-60 (D)。解题思路: 该电路为 2 个 D 触发器组成的电路, 其工作过程: 二位输入数据  $D_1 D_0$  并行加在触发器  $F_1 F_0$  的  $D$  输入端, 然后在  $CP$  脉冲信号作用下, 触发器被触发后使得 2 个 D 触发器的  $Q$  端状态为  $D_1 D_0$ , 完成了二位输入数据  $D_1 D_0$  的寄存, 所以, 答案选 (D)。

# 8 信号与信息技术

## 考试大纲

信号;信息;信号的分类;模拟信号与信息;模拟信号描述方法;模拟信号的频谱;模拟信号增强;模拟信号滤波;模拟信号变换;数字信号与信息;数字信号的逻辑编码与逻辑运算;数字信号的数值编码与数值运算。

## 复习指导

理解信号与信息的关系;能区分不同类型的信号;了解模拟信号的描述方法,掌握模拟信号的频谱特性;理解放大器对模拟信号的增强、滤波和变换作用以及由此带来的失真问题(包括非线性失真、频率失真);对于数字信号可以描述数值信息、符号信息及逻辑信息,掌握它们的编码方式及其相应的运算。

## 复习内容

### 8.1 信号与信息

一般而言,信号就是指物理信号,它是可以被观测到的物理现象。如通常所说的光的、热的、声的、机械震动等现象,都是物理信号。

数据是抽象的符号,用来表示或描述信息。只有数据按照确定的编码规则给予约定后才形成信息,因此,信息是具有特定含义的数据。

信息是抽象的,信号是具体的、客观的。

信息隐含于信号之中,必须对信号进行必要的分析和处理才能从中提取出所需要的信息。信号是信息的表现形式。

信号是信息的载体,它借助物理媒介传送信息。

从信号中获取信息的渠道有以下两条。

①直接观测对象——借助被测对象发出的真实信号直接获取信息。例如,通过观测化学反应器中的温度、压力、流量等随时间变化的信号可以获取化工过程的信息;通过观测机械零



件和建筑结构中的应力、变形等信号可以获取机械或建筑物的状态信息等等。

②通过人与人之间的交流——用符号对信息进行编码,然后以信号的形式传送出去,人们在收到这种编码信号并对它进行必要的处理(译码)之后间接获取信息。例如书籍、报刊用的是文字符号编码,交谈、演讲用的是语音信号编码,数字系统中使用的是数字信号编码等等,它们传递的是预先编制好的信息。

【例 8.1-1】 如下说法不正确的是( )。

- (A) 可以通过数字信号来表示、存储、处理、传递信息  
 (B) 信息是具有特定含义的数据  
 (C) 书籍、报刊上的文字符号是信息,而不是信号  
 (D) 化学反应器中的温度是原始的物理信号

解:答案为选项(C)。

当符号按照确定的编码规则编码,被用来表示特定信息时,才称其为数据。报刊、书籍上的符号仅仅是文字符号的编码,其描述内容只有理解了才反映信息。温度仅是信号,其温度的高低描述了问题的实质。所以答案为(C)。

【例 8.1-2】 如下说法不正确的是( )。

- (A) 信号是具体的,信息是抽象的  
 (B) 信息隐含于信号之中  
 (C) 信息是可以直接观测到的  
 (D) 信号是信息的表现形式

解:答案为选项(C)。

信号是指物理对象上可被观测到的现象。从对象本身发出并直接为人们感受到的信号,它包含对象的原始信息,所以说“信号是信息的表现形式”。信号是具体的,信息是抽象的。信息必须以信号为载体,才能通过物理媒体进行传输和处理。所以答案为(C)。

## 8.2 信号的分类

根据信号自身的形态及其传送信息的方式,可分为多种类型。信号类型的不同,描述、分析、处理及应用方式也有所不同。例如:原始的物理信号、模拟信号、采样信号、数字信号以及确定性信号和不确定性信号等。

图 8.2-1(a)所示的压力是由观测对象直接发出的信号,属于原始的物理信号。

### 8.2.1 模拟信号与数字信号

模拟信号是由观测对象直接发出的原始形态的信号转换而来的电信号,如电压信号或电流信号。模拟信号在时间上和数值上都是连续取值的信号,如图 8.2-1(b)所示模拟信号  $u$  是

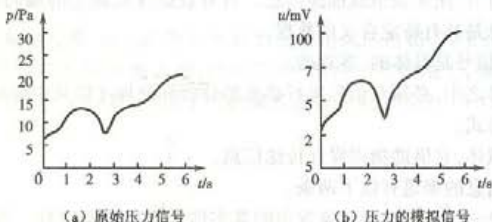


图 8.2-1 原始信号和模拟信号



模拟压力信号  $p$  的电压信号。

这两个信号数值大小不同,量纲不同,但它们随时间变化的规律相同,所以模拟信号  $u$  所携带和传递的信息和原始信号  $p$  是相同的。

如图 8.2-2 所示数字信号是指在时间上和数值上都是离散取值的信号,它是经过人工处理后以数字编码形式出现的离散电脉冲序列,属于代码信号。

模拟信号具体、直观,便于人的理解和运用,而数字信号便于计算机处理,所以,在实际应用中经常将两者互相转换,以发挥各自的优点。

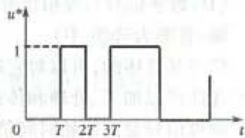


图 8.2-2 数字信号

### 8.2.2 连续信号与离散信号

时间和数值都连续取值的信号称为连续信号;而时间或数值离散取值,或两者都离散取值的信号为离散信号。连续信号可以用连续的时间函数曲线描述,例如图 8.2-1 的模拟信号,就是连续的时间信号,可用

$$u = f(t)$$

描述;如图 8.2-2 所示信号属于离散信号,它只能用离散的时间序列表示,即

$$u^* = [f(0), f(T), f(2T), \dots, f(nT), \dots]$$

### 8.2.3 采样信号与采样保持信号

通过采用等时间间隔(称为采样周期)读取连续信号瞬时值方法所获取的信号为采样信号。它是连续信号的离散化形式。

如图 8.2-3 所示采样信号是时间离散、幅值连续的离散信号, $T$  为采样周期。

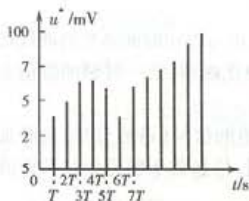


图 8.2-3 采样信号

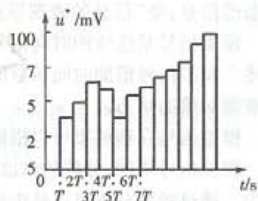


图 8.2-4 采样保持信号

将采样得到的每一个瞬时值在其采样周期内保持不变所形成的信号称为采样保持信号,如图 8.2-4。

### 8.2.4 确定性信号与不确定性信号

在任何指定的时刻都可以确定相应数值的信号是确定性信号,否则为不确定性信号或随机信号。确定性信号可以用一个确定的连续时间函数加以描述,例如正弦函数所描述的交流电信号,阶跃函数所描述的阶跃信号等;由于随机信号在指定的时刻无法确定它的准确数值,所以不能用确定的时间函数描述,只能给出它在指定时刻取某一数值的概率值,如电力系统中负荷变化信号以及气象领域中气温变化的信号均属于随机信号。

一般而言,确定性信号来自确定性对象;随机信号则源自不确定性对象。

【例 8.2-1】 如下说法不正确的是( )。

- (A) 模拟信号是电信号  
 (B) 模拟信号的变化规律与原始信号必须相同  
 (C) 数字信号与采样信号都是离散信号  
 (D) 数字信号与模拟信号都是连续信号

解:答案为选项(D)。

信号是具体的,可以对它进行加工、处理和传输;信息和数据都是抽象的,它们都必须借助信号才能得以加工、处理和传送。

模拟信号是由原始时间信号转换而来的电信号。时间离散或数值离散或时间数值都离散的信号称为离散信号,时间和数值都连续的信号称为连续信号。因此,数字信号仅是时间连续信号,模拟信号是连续信号。所以,本题答案为选项(D)。

【例 8.2.2】 如下说法不正确的是( )。

- (A) 模拟信号中仅含有一种信息 (B) 模拟信号中含有多种信息  
 (C) 模拟信息中含有有用信息和无用信息 (D) 模拟信号中的信息是微弱的

解:答案为选项(C)。

从对象发出的信号是原始物理形态各异的信号,而模拟信号是用以模拟原始信号变化规律的信号。原始信号必须转换为统一的模拟信号,才便于对模拟信号中含有的多种信息实现信号的放大、变换、滤波等处理,即保留所需要的有用信息,并对其进行必要的放大,变换,同时滤掉无用信息,所以,选项(C)的描述是不正确的。

## 8.3 模拟信号与信息

模拟信号是由观测对象直接发出的原始形态的信号转换而来的电信号,它提供对象原始形态的信息,是“信息的表现形式”。

模拟信号是连续的时间信号,可以用连续的时间函数描述,也可以用时间函数的曲线形式表述。模拟信号借助时间函数的变化规律来反映被测对象的变化规律,某一时刻的数值表示了被测对象的状态。

模拟信号在频域里可以借助不同频率、不同相位和不同幅值的信号(谐波分量)的叠加表示。模拟信号不同,分解的谐波分量不同。因此,从频域角度看,信息载于模拟信号的谐波分量中。通过频域分析可以从中提取更加丰富、更加细微的信息。

## 8.4 模拟信号描述方法

模拟信号可以用连续的时间函数描述,也可以通过谐波分量来表示,下面讨论它们的具体形式。

### 8.4.1 模拟信号的时域描述

模拟信号按时间函数的描述形式可分为周期信号和非周期信号。周期信号随时间周期性地重复变化,如正弦交流电信号;非周期信号则不具有周期性,如阶跃信号。

#### 1. 周期信号的时域描述

##### (1) 正弦周期信号

正弦周期信号是最基本的周期信号,如图 8.4-1 所示,信号随时间按正弦规律变化,其时域描述形式为

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi) = \sqrt{2} U \sin(\omega t + \varphi) \quad (8.4-1)$$

其中:  $U_m$  为最大值或幅值,  $U$  为有效值, 二者满足  $U_m = \sqrt{2} U$ ;  $\omega$  为角频率, 与周期  $T$  或频率  $f$  的关系满足  $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ ;  $\varphi$  为初相角。

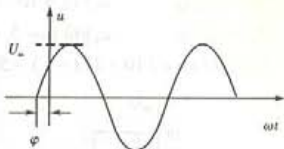


图 8.4-1 正弦周期信号

## (2) 非正弦周期信号

任何满足狄里赫利条件(函数在一个周期内包含有限个第一类间断点和有限个极大值和极小值)的非正弦周期信号都可以利用傅里叶级数分解为无穷多个谐波分量的叠加, 即

$$f(t) = f(t + nT) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k) \quad (8.4-2)$$

其中: 直流分量  $a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$ , 也称恒定分量;

$$\text{谐波分量 } \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k), k = 1, 2, \dots, \infty; \quad (8.4-3)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T};$$

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(k\omega t) dt = f(k\omega); b_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(k\omega t) dt = f(k\omega);$$

$$\text{谐波分量的幅值 } A_{km} = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}; \quad (8.4-4)$$

$$\text{谐波分量的初相位 } \varphi_k = \tan^{-1} \frac{a_k}{b_k}. \quad (8.4-5)$$

由式(8.4-3)可知: 谐波分量形式都是正弦周期函数形式, 各次谐波的频率是周期信号频率的整数倍( $k\omega, k=1, 2, \dots, \infty$ )。  $k=1$  为一次谐波(也称为基波),  $k=2$  为二次谐波, ……等。周期函数的直流分量  $a_0$  也称为零次谐波。

不同的周期函数具有不同的谐波分量。

## 2. 非周期信号的时域描述

图 8.4-2 所示阶跃信号为非周期信号, 它可以用单位阶跃函数来表示。单位阶跃函数的描述为

$$1(t) = \begin{cases} 1 & \text{当 } t > 0 \\ 0 & \text{当 } t < 0 \end{cases} \quad (8.4-6)$$

图 8.4-2 阶跃信号

所以, 图 8.4-2 所示信号的描述为

$$u(t) = U \cdot 1(t - t_0)$$

【例 8.4-1】 写出图 8.4-3(a) 所示阶跃信号的函数表达形式。

解: 对于图(a)所示阶跃信号, 可通过图(b)和图(c)两个信号的叠加描述, 即

$$u(t) = u_1(t) + u_2(t)$$

图(b)信号  $u_1(t) = 10 \cdot 1(t-1)$

图(c)信号  $u_2(t) = -5 \cdot 1(t-3)$

所以,  $u(t) = [10 \cdot 1(t-1) - 5 \cdot 1(t-3)] \text{V}$

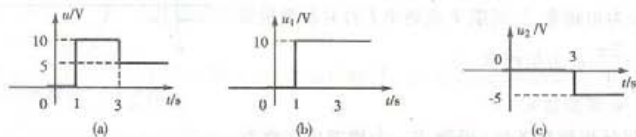


图 8.4-3

## 8.4.2 模拟信号的频域描述与频谱

### 1. 周期信号的频谱

前面已经谈到,任何满足狄里赫利条件的非正弦周期信号都可以通过傅里叶级数表示,即

$$\begin{aligned} f(t) &= f(t + nT) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t) \\ &= a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k) \end{aligned}$$

对于图 8.4.4 所示的两个非正弦周期信号的时域描述分别为

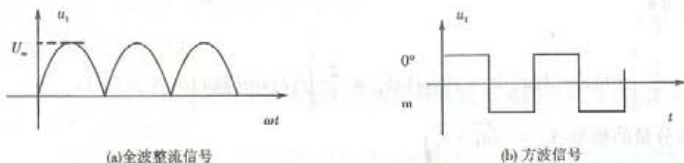


图 8.4-4 非正弦周期信号

$$u_1(t) = \frac{4U_m}{\pi} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \cos 2\omega t - \frac{1}{15} \cos 4\omega t - \frac{1}{35} \cos 6\omega t - \dots \right) \quad (8.4-7)$$

$$u_2(t) = \frac{4U_m}{\pi} \left( \sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots \right) \quad (8.4-8)$$

以角频率  $\omega$  为横坐标,分别以谐波的幅值或初相位为纵坐标,在平面上画出的谐波分布图称为幅值频谱或相位频谱,幅值频谱和相位频谱统称为频谱。根据式(8.4-7)和式(8.4-8)可分别画出图 8.4.4 所示的两个信号的频谱,如图 8.4-5,图中的每一条谱线的长度代表该谐波分量的幅值或相位。

从图 8.4-5 可知:

- ① 周期信号的频谱是离散频谱,其谱线只能出现在周期信号频率  $\omega$  的整数倍上;
- ② 随着信号周期的加长,各次谐波之间的距离在减小,谱线变密;
- ③ 各条幅值谱线的高度随谐波次数的增大而减小;
- ④ 任何周期信号都有自己的离散形式的频谱,不同的周期信号,它们的频谱分布也不同。

### 2. 非周期信号的频谱

信号一旦成为非周期信号,其周期  $T \rightarrow \infty$ ,频谱中各次谐波之间的距离趋于消失,因此,信



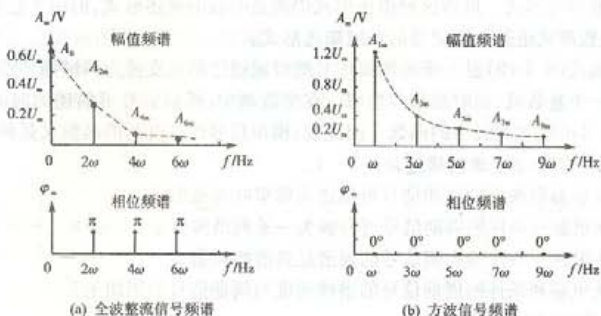


图 8.4-5 非正弦周期信号频谱

号的频谱也从离散频谱变成了连续频谱。由于频谱是连续的,所以,用它的包络线(谱线顶点的连线)来表示非周期信号的频谱。图 8.4-6 给出了非周期矩形脉冲信号和非周期指数信号的幅值频谱分布形状。

由于非周期信号的周期趋于无穷大, $f(t)$  的描述形式由傅里叶级数求和形式转化为傅里叶积分形式,即

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} F(j\omega) e^{j\omega t} d\omega \quad (8.4-9)$$

所以,经过反变换可得

$$F(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt \quad (8.4-10)$$

$F(j\omega)$  是一个复数,它的模  $F(\omega)$  和幅角  $\varphi(\omega)$  都是频率的连续函数。

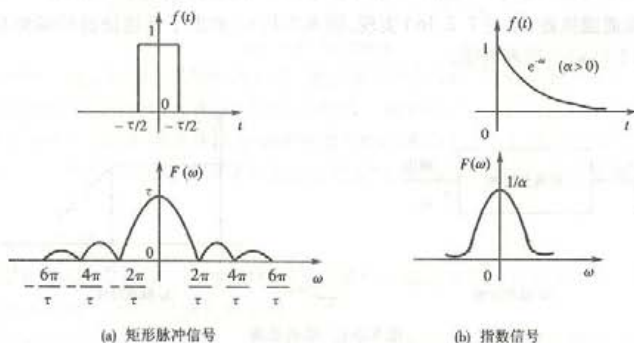


图 8.4-6 非周期信号的频谱

### 3. 模拟信号的频域描述

① 经过傅里叶级数分解式(8.4-2)得到了周期信号的谐波分量描述形式,即若干个不同频



率正弦函数离散序列形式。虽然这种描述形式仍然是时域的描述形式,但由于它与频率有关,所以,傅里叶级数形式也是周期信号的频域描述形式。

傅里叶变换式(8.4-10)进一步将模拟信号的时域描述形式变换为频域描述形式。

②频域是一个复数域,而时域是实数域。在实数域中,模拟信号可描述为时间函数;在复数域中,模拟信号可描述为频率的函数。因此说:模拟信号既是时间的函数又是频率的函数。

【例 8.4-2】如下不正确的描述是( )。

- (A) 满足狄里赫利条件的周期信号可描述为傅里叶级数形式
- (B) 满足狄里赫利条件的周期信号可分解为一系列谐波分量
- (C) 满足狄里赫利条件的周期信号的频谱是离散的频谱
- (D) 满足狄里赫利条件的周期信号的谱线密度与周期信号的周期无关

解:答案为选项(D)。

满足狄里赫利条件的周期信号可描述为傅里叶级数形式,即一系列谐波分量,各谐波分量的幅度随着谐波次数的增高而迅速减小;周期信号频谱是离散频谱,其谱线只出现在周期信号频率 $\omega$ 整数倍的地方,所以,随着信号周期的加长,各次谐波之间的距离在缩短,它的谱线也变得越加密集。因此,选项(D)是错误的描述。

## 8.5 模拟信号处理

模拟信号中含有多种信息。对信号的处理,如信号放大、信号变换及信号滤波等都必须服从于信息处理需要,以此实现增强、识别和提取信息。

### 8.5.1 模拟信号滤波

滤波就是从模拟信号中滤除部分谐波信号,它是实现从模拟信号中祛除无用信息提取有用信息的一种重要技术手段。滤波有低通滤波、高通滤波和带通滤波三种类型。

#### 1. 低通滤波

低通滤波是从模拟信号中滤除所有频率高于某一特定值频率( $f_H$ )的谐波信号。模拟信号低通滤波由低通滤波器(参见 7.2.16)实现,图 8.5-1(b)给出了低通滤波器的幅频特性的波特图形式,图 8.5-1(a)为原理框图。



图 8.5-1 低通滤波

$\left| \frac{U_o^*}{U_i} \right|$ 表示不同频率谐波信号通过低通滤波器的能力,由幅频特性不难看出,凡是低于 $f_H$ 频率的信号都能通过这个滤波器,而高于 $f_H$ 频率的信号被这个滤波器不同程度的阻拦了,难于通过滤波器。称 $f_H$ 为转折频率或界限频率,频率范围 $(0, f_H)$ 称为通频带。

## 2. 高通滤波

高通滤波的原理框图与幅频特性如图 8.5-2, 高通滤波效果与低通滤波效果截然相反。凡是高于  $f_L$  频率的信号都能通过这个滤波器, 而低于  $f_L$  频率的信号都被这个滤波器不同程度的阻拦了, 难于通过滤波器。称  $f_L$  为转折频率或界限频率, 频率范围  $(f_L, \infty)$  称为通频带。



图 8.5-2 高通滤波

## 3. 带通滤波

带通滤波的原理框图与幅频特性如图 8.5-3, 它只允许某一段频率的信号通过滤波器。由图 8.5-3(b) 不难看出: 在低频段只允许高于  $f_L$  的高频信号通过, 抑制低频信号, 频率越低, 输出越小, 抑制效果就越好; 在高频段只允许低于  $f_H$  的低频信号通过, 起到了抑制高频信号的作用, 频率越高, 抑制效果越好, 输出就越小。频率范围  $(f_L, f_H)$  称为通频带, 称  $f_L$  为下限频率,  $f_H$  为上限频率。

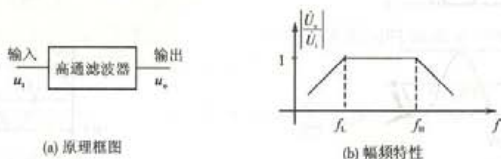


图 8.5-3 带通滤波

例如收音机天线可以接受不同频段信号, 通过带通滤波将广播电台和电视台发射的不同频率的节目提取出来进行收听和观看; 再如, 信号在传输和处理过程中会有干扰信号出现, 干扰信号的谐波与有用信号的谐波往往分布在频谱不同的频段上, 所以, 通过滤波手段可以排除或削弱干扰信号。因此, 利用滤波可以实现信号的识别、提取等, 是模拟信号处理的一项核心技术。

### 8.5.2 模拟信号增强

将微弱的信号放大到足以被识别和利用是模拟信号最基本的一种处理方式。信号放大包括电压放大和功率放大, 可通过放大器实现。

从放大器的外部来看, 放大器是一个二端口网络, 从输出端口看, 放大器输出电信号和电能, 对于负载相当于一个电源; 从输入端看, 输入电信号控制放大器的工作, 使放大器输出放大后的信号, 相对信号源来说, 放大器相当于负载, 所以, 二端口网络内部可以用一个受控的电源模型来描述, 如图 8.5-4 所示。

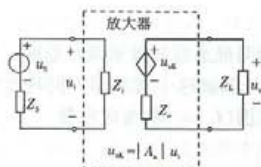


图 8.5-4 放大器示意图

图 8.5-4 中的  $u_i$  为输入电压信号,  $u_o$  为输出电压信号;  $Z_i$  称为放大器的输入阻抗,  $Z_o$  称为放大器的输出阻抗;  $A_u$  为放大器的电压放大系数。由于

$$\frac{u_o}{u_i} = \frac{Z_L}{Z_o + Z_L} \cdot |A_u| \quad (8.5-1)$$

$$\frac{u_i}{u_s} = \frac{Z_i}{Z_s + Z_i} \quad (8.5-2)$$

所以放大器放大能力  $A$  的描述为

$$A = \frac{u_o}{u_s} = \frac{u_o}{u_i} \cdot \frac{u_i}{u_s} = \frac{Z_L}{Z_o + Z_L} \cdot \frac{Z_i}{Z_s + Z_i} \cdot |A_u| \quad (8.5-3)$$

值得注意的是:模拟信号放大必须保证放大前后的信号是同一个信号,即经过放大处理,信号的波形或频谱保持不变,这样才能确保信号所携带的信息保持不变。

【例 8.5-1】模拟信号放大环节的输出  $u_o$  与输入  $u_i$  的关系如图 8.5-5(a) 所示,若输入信号为  $u_i = 0.1 \sin \omega t$  V,如图(b)所示,则如下选项中正确的是( )。

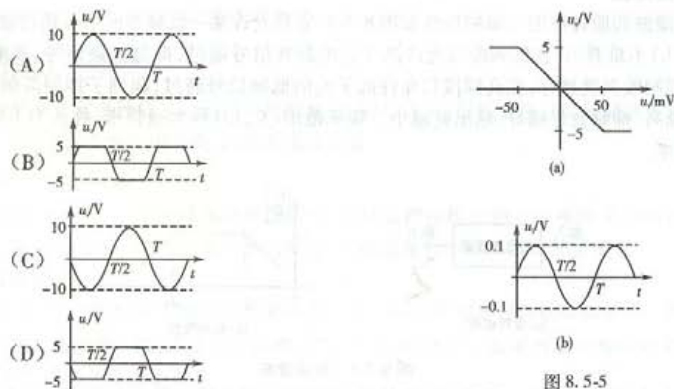


图 8.5-5

解:答案为选项(D)。

将微弱的信号放大到足以被识别和利用是模拟信号最基本的处理方式,这种处理涉及电压放大和功率放大等信号本身能量的增强,所以,信号的放大过程可以理解为把小能量的信号转换为大能量信号的过程。

由图 8.5-5 可知:本题讨论的电压放大器具有非线性特性,即线性放大区域  $\frac{u_o}{u_i} = -100$ , 电压放大倍数  $\left| \frac{U_o}{U_i} \right| = 100$ ,  $u_o$  与  $u_i$  的相位互差  $180^\circ$ , 最大输出为 5 V, 所以,信号在放大的同时可能会出现失真现象。对于已知输入信号  $u_i = 0.1 \sin \omega t$  V, 经该放大器后的信号为  $u_o = 10 \sin(\omega t + 180^\circ)$  V, 因此,大于 5 V 的信号被削掉,选项(D)正确。

造成例 8.5-1 放大器输出波形失真的原因是由于构成放大环节的电子器件特性是非线性的(参见 7.4)。由于这种特性无法保证放大环节的输出信号与输入信号是线性变换,因此也

就导致了输入信号经放大环节之后可能出现失真,称这种失真为放大器的非线性失真。

造成放大器输出波形的另一种失真为频率失真。所谓频率失真是指输出信号和输入信号的频谱结构不同所形成的波形畸变。以例 8.5-2 为例说明频率失真。

【例 8.5-2】放大器的传递特性曲线及频率特性分别如图 8.5-6(a)和图 8.5-6(b)所示。若方波信号  $u_1$  如图 8.5-6(c) 作为放大器的输入信号,则输出波形( )。

(A) 仍为方波信号 (B) 出现非线性失真 (C) 出现频率失真 (D) 出现两种失真

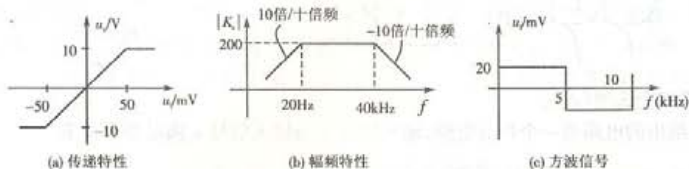


图 8.5-6

解:答案为选项(C)。

根据已知条件可知:放大器线性放大区域所对应的输入信号为  $[-50 \text{ mV}, 50 \text{ mV}]$ , 通频带范围  $[20 \text{ Hz}, 40 \text{ kHz}]$ 。

根据式(8.4-8)可得图 8.5-6(c) 所示方波信号的傅氏级数描述形式为

$$u_1(t) = 25.5 \sin(2\pi t) + 8.49 \sin(3 \times 2\pi t) + 5.1 \sin(5 \times 2\pi t) + \dots$$

一次谐波的频率  $f_1 = 10 \text{ kHz}$ ,  $U_{1m} = 25.5 \text{ mV}$ ; 三次谐波的频率  $f_3 = 30 \text{ kHz}$ ,  $U_{3m} = 8.49 \text{ mV}$ ; 五次谐波的频率  $f_5 = 50 \text{ kHz}$ ,  $U_{5m} = 5.1 \text{ mV}$ ; …。

根据非周期信号的傅氏级数描述可知:只有各次谐波同时被放大  $A$  倍后,才能保证经过放大器后的信号与原有信号的频谱结构相同,即

$$\text{原信号的频率函数: } f(t) = f(t + nT) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k)$$

放大后信号的频率函数:

$$\begin{aligned} f'(t) &= A a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A \cdot A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k) = A [a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k)] \\ &= A f(t) \end{aligned}$$

所以说,只有输入信号的各项谐波得到同样的放大,才能保证输出信号不失真,也就保证了信号所携带的信息不变。

对于本题来说,一次谐波和三次谐波的频率均在通频带范围,所以这两个谐波的放大倍数相同,均为 200,而五次谐波的频率为  $50 \text{ kHz}$ ,大于通频带的上限频率  $40 \text{ kHz}$ ,所以,五次谐波乃至更高次的谐波的放大倍数均小于 200,这就意味着:已知输入信号  $u_1$  的各次谐波不能得到相同的放大,所以输出信号出现频率失真。

通过例 8.5-1 和例 8.5-2 两个例子的分析,说明了模拟信号在增强过程中会出现非线性失真和频率失真,对于单频率信号而言,只可能出现非线性失真,不会出现频率失真。

如何有效地解决放大的失真问题也是信号放大技术所要处理的主要问题。

### 8.5.3 模拟信号变换

将一种信号变换为另一种信号是模拟信号处理的一项主要内容。在模拟系统中,常见的



信号变换有单信号的积分和微分、多信号相加和相减。

【例 8.5-3】如图 8.5-7 所示积分电路,正确描述输出  $u_o$  与输入  $u_i$  的波形是( )。

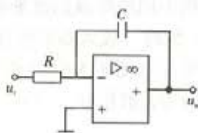
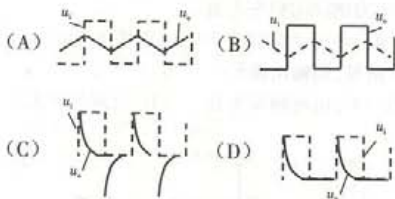


图 8.5-7

解:答案为选项(A)。

图中给出的电路是一个积分电路,输出信号  $u_o$  与输入信号  $u_i$  满足积分关系:

$$u_o = -\frac{1}{RC} \int u_i(t) dt$$

因此,输入信号  $u_i$  为方波信号,经过积分电路后将变换为一个三角波信号  $u_o$ 。反之,一个三角波信号经过积分变换后被变换为一个方波信号,积分电路实现了方波信号与三角波信号间的变换,因此,选项(C)和选项(D)错。对于选项(B),三角波信号的时间变化率错了。

## 8.6 数字信号与信息

数字信号具有极强的表达能力,有着广泛的应用,如计算机内部使用的信号是数字信号,互连网上传送的信号是数字信号,现代通信及高清晰的广播、电视信号都是数字信号。所以说,数字信号是现代信息技术中最常用的一种信号。

通常使用的数字信号是取值为 0 V 和 5 V 的电压信号,而 0 V 和 5 V 分别用“0”和“1”两个抽象的符号或代码表示,所以,在后面的讨论中,更多地使用“0”“1”代码来描述数字信号。

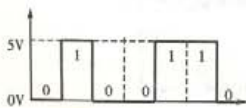


图 8.6-1 数字信号

如图 8.6-1 所示数字信号的代码描述形式是 0100110。

数字信号可以用来对“数”进行编码,实现数值信息的表示、运算、传送和处理;数字信号可以用来对符号进行编码,实现符号信息的表达、传送和处理;数字信号可以用来表示逻辑关系,实现逻辑演算、逻辑控制等等。下面对这些内容进行简要介绍。

### 1. 数字信号与数值信息

数字信号是二值信号,用它来表示数并进行数的运算,就必须采取二进制形式,并按照二进制数的运算法则进行数的运算。

二进制数用符号“0”和“1”两个数字,采取逢二进一的原则来表示。二进制数的位按从右向左的次序排列,分别记为第 0 位、第 1 位、第 2 位、……。每一位称为一个比特(bit),最左边的位为最高位,记为 MSB;最右边的位为最低位,记为 LSB。二进制数基数是 2,以  $2^n$  表示各个位的权值。例如,二进制数 101 表示的数是

$$101 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

二进制数的每一位对应于数字信号的一个脉冲位置,所以,一个  $n$ bit 的二进制数可以用一个  $n$ bit 的数字信号来表示。图 8.6-1 是用一个 7bit 的数字信号,表示一个 7bit 二进制的



例子。

由于二进制数经常是位数很多,不便书写和记忆,因此在数字系统中,通常以4bit 代码为基本单元来编码数,基本单元组可以表示  $2^4 = 16$  个数,多个基本单元组合起来可以表示更大的数,例如8bit、16bit、32bit、64bit 数等等。

从技术的角度看,由于4bit 基本单元表示16个数(0,1,2,⋯,15),所以,以16为基数按十六进制来表示数则更为合理。因此,在计算机技术中使用十六进制数或十六进制代码进行数的运算和信息处理。十六进制与二进制之间的转换比较方便,每四位二进制数对应于一个十六进制数。表8.6-1列出了十进制、二进制和十六进制数的对照表。在十六进制中,十以上的数用大写英文字母A、B、C、D、E、F表示。为了便于区分,在十六进制数代码后面加上一个字母H作为标记。

表 8.6-1 十、二、十六进制数对照表

十进制数	二进制数	十六进制数	十进制数	二进制数	十六进制数
0	0000	0H	8	1000	8H
1	0001	1H	9	1001	9H
2	0010	2H	10	1010	AH
3	0011	3H	11	1011	BH
4	0100	4H	12	1100	CH
5	0101	5H	13	1101	DH
6	0110	6H	14	1110	EH
7	0111	7H	15	1111	FH

【例 8.6-1】 图示数字信号所表示的二进制数和十进制数分别为( )。

(A)010110 和 22

(B)011010 和 26

(C)11010 和 26

(D)10110 和 22

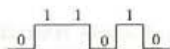


图 8.6-2

解:答案为选项(B)。描述数字信号的0或1都有其特定的含义,不能缺少,所以,选项(C)和(D)错。已知数字信号所描述的二进制数为011010,左高右低,其十进制数为26,故选(B)。

进一步分析:本题数字信号的二进制数011010从右向左按4bit为单元分为两个单元组01、1010,其中 $01_2 = 1H$ , $1010_2 = AH$ ,所以,二进制数011010转化为十六进制数代码形式是1AH。

## 2. 数字信号与符号信息

用“0”和“1”代码对包括文字在内的任何其他符号进行编码,并以数字信号的形式进行信息的传输和处理。

对于一些国际通用符号(如键盘上的字母、符号和数字),为了便于信息的交流和应用,有国际通用的符号标准编码,即ASCII—America Standard Code for Information Interchange。除了国际标准外,还有国家标准、行业标准。按照这些标准进行编码的信息都可以用数字信号来描述,从而可以实现诸如文字信息、图像信息、语音信息等复杂的数字处理,并且可以在世界范围内自由地通信和交流。

### 3. 数字信号与逻辑信息

逻辑是人类思维方式的一种形式化描述体系,它以命题为基本演算单元。所谓命题是指可以精确判定真伪的一段简单的事实描述,如“今天下雨了”、“张三喜欢打篮球”等都是逻辑命题。

由于开关的“闭合”或“断开”、电路的“接通”或“断开”以及灯的“亮”或“灭”两种情况可以通过逻辑命题的状态“真”或“假”描述,而逻辑命题的“真”“假”两个状态正好可以用数字信号的符号代码“0”和“1”来表示。因此,逻辑信息可以借助数字信号表示,并通过数字信号的处理方法进行逻辑命题的演算和推理。

## 8.7 数字信号的逻辑编码与逻辑演算

### 1. 数字信号的逻辑编码

数字逻辑是用数字信号表示并采用数字信号处理方法实现演算的逻辑体系,它是二值的,对应于逻辑学中的命题逻辑体系。

在应用中采用由布尔(Boole)所建立的数字逻辑体系来描述数字逻辑及其演算法则。由于采用了布尔代数描述逻辑关系,所以也称之为逻辑代数或布尔代数。

下面就逻辑代数体系中所涉及到的符号体系、论域及论域中逻辑函数表达式及基本运算法则等内容作简要介绍。

#### (1) 符号

逻辑变量:用大写英文字母( $ABC \cdots XYZ$ )表示。

数值:0、1表示逻辑变量的取值,0表示“假”(F),1表示“真”(T)。

运算符:“+”、“·”分别表示逻辑“或”和逻辑“与”运算,称为逻辑“加”和逻辑“乘”;逻辑求反运算用变量上方加一横杆表示,如 $\bar{A}$ 、 $\bar{B}$ 等。和代数运算一样,逻辑乘运算符“·”通常可以忽略。

表 8.7-1 布尔代数符号

命题逻辑符号	逻辑代数符号
T	1
F	0
$A \wedge B$	$AB$
$A \vee B$	$A+B$
$\neg A$	$\bar{A}$

逻辑代数符号和命题逻辑符号的对应关系表示在表 8.7-1 中。

#### (2) 逻辑函数表达式

逻辑函数表达式是由逻辑变量和运算符组成,表述变量之间的逻辑关系。例如  $Y = A + BC$ 、 $Y = A + \bar{A}B + ABC$  等。

逻辑函数表达式的右侧涉及到的变量( $A$ 、 $B$ 、 $C$ )表示基本命题(原子命题),这些基本命题通过运算符的连接构成复合命题,用描述变量  $Y$  表示, $Y$  出现在逻辑函数表达式的左侧。因此,逻辑函数表达式约束了复合命题取值和构成这个复合命题的原子命题取值之间的逻辑关系。

由于逻辑变量多个,每个变量的真值是二值的,所以可以用真值表(逻辑状态表)描述各变量状态所形成的不同组合。

例如:复合命题“开关  $A$  和开关  $B$  都闭合,电路  $Y$  接通”的真值表描述如表 8.7-2。

表 8.7-2 “开关 A 和开关 B 都闭合, 电路 Y 接通”的真值表

原子命题 A	原子命题 B	复合命题 Y	开关 A、B 状态
0	0	0	1—闭合
0	1	0	0—断开
1	0	0	电路 Y 状态
1	1	1	0—不通, 1—接通

逻辑函数表达式可以借助原子命题 A、B 和复合命题 Y 间的逻辑蕴涵关系来建立。所谓逻辑蕴涵关系是逻辑命题之间的一种演绎推理关系, 即自然语言中“如果(前提)则(结论)”所表述的关系。在逻辑函数表达式中, 等式右边为结论, 等式左边为前提。

下面以二个一位二进制数的加法为例, 说明获取逻辑函数表达式的方法。

①根据命题描述, 列写真值表。将“加数”(原子命题 A)与“被加数”(原子命题 B)作为前提, “和”(复合命题 S)及“进位”(复合命题 C)作为结论, 根据二进制数加法原则, 可得二进制数加法真值表, 如表 8.7-3。

表 8.7-3 二进制数加法真值表

变量	前提(原因、条件)		结论(结果)	
	加数 A	被加数 B	和 S	进位 C
状态 1	0	0	0	0
状态 2	0	1	1	0
状态 3	1	0	1	0
状态 4	1	1	0	1

②逻辑蕴涵是充分条件下的推理, 所以只考虑前提和结论都为真的状态。从真值表 8.7-3 不难看出: 对于输出命题 S 只有两个状态为“1”的情况需考虑: 即状态 2 和状态 3; 对输出命题 C 则只考虑状态 4 即可。

③在每个被考虑的状态中, 输入命题变量取“与”组合(因为前提必须全为“真”), 构成复合前提。其中, 取“真”的变量保留原命题; 取“假”的变量则用其反命题加以替换, 以保证前提变量都为“真”。

对状态 2, 有  $\bar{A}B$

对状态 3, 有  $A\bar{B}$

对状态 4, 有  $AB$

④将各个被考虑状态按逻辑“或”组成逻辑函数表达式。对上述的半加运算有:

$$S = \bar{A}B + A\bar{B}$$

$$C = AB$$

(8.7-1)

半加运算是指不考虑从低位进位的 1 位二进制数加法。

## 2. 基本运算法则

逻辑函数和普通代数一样虽然用字母(A、B、C……)表示变量, 但变量的取值只有逻辑 0



和逻辑1,它们只代表两种相反的逻辑状态。逻辑函数中只有与运算、或运算和非运算(求反运算)三种基本运算。根据这三种基本运算可以推导出逻辑运算的一些法则,这些法则表述的是一些逻辑等价关系,即相互等价的逻辑命题或表达式具有完全相同的两个真值表。

常用的基本运算法则(等价关系)如下:

$$\text{交换率: } A+B=B+A \quad AB=BA \quad (8.7-2)$$

$$\text{结合率: } (A+B)+C=A+(B+C) \quad A(BC)=(AB)C \quad (8.7-3)$$

$$\text{分配率: } A+BC=(A+B)(A+C) \quad A(B+C)=AB+AC \quad (8.7-4)$$

$$\text{自等率: } A+0=A \quad A \times 1=A \quad (8.7-5)$$

$$\text{0—1率: } A+1=1 \quad A \times 0=0 \quad (8.7-6)$$

$$\text{互补率: } A+\bar{A}=1 \quad A\bar{A}=0 \quad (8.7-7)$$

$$\text{重叠率: } A+A=A \quad AA=A \quad (8.7-8)$$

$$\text{吸收率: } A+\bar{A}B=A+B \quad A(A+B)=A \quad A+AB=A \quad (8.7-9)$$

$$\text{还原率: } \bar{\bar{A}}=A \quad (8.7-10)$$

$$\text{反演率: } \overline{AB}=\bar{A}+\bar{B} \quad \overline{A+B}=\bar{A}\bar{B} \quad (8.7-11)$$

反演率也称为摩根定理。

以上这些基本运算法则都可以用逻辑函数真值表来证明。表 8.7-4 给出摩根定律式(8.7-11)的证明。

表 8.7-4 摩根定理的真值表

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\overline{AB}$	$\bar{A}+\bar{B}$	$\overline{A+B}$	$\bar{A}\bar{B}$
0	0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0

### 3. 逻辑函数化简

根据真值表写出的逻辑函数表达式,以及由此画出的组合逻辑图,往往比较复杂,需要加以简化处理。简化后的逻辑表达式能清晰反映出逻辑变量内在的逻辑关系,同时减少了组合逻辑电路的组成器件,提高了电路的可靠性。

利用式(8.7-2)至式(8.7-11)逻辑代数的运算法则对逻辑函数表达式进行化简。由于比较常见的逻辑表达式是“与或”形式,因此本文所讲的逻辑函数化简是指逻辑表达式为最简的“与或”表达式,即逻辑函数“与或”表达式中所含“或”项的数目最少,每个“与”项中变量的个数最少。

【例 8.7-1】运用逻辑代数运算法则化简下列逻辑函数:

$$(1) F = AC + \bar{A}B + \bar{A}BCD \quad (2) F = ABC + \bar{A}BC + \bar{A}BC + \bar{A}BC$$

解:(1)因为

$$\bar{A}B + \bar{A}BCD$$

$$= \bar{A}B(1 + CD) \quad \text{分配率}$$

$$= \bar{A}B \quad \text{0—1率及自等率}$$



所以  $F = AC + \bar{A}B + \bar{A}BCD = AC + \bar{A}B$

$$\begin{aligned}
 (2) A &= ABC + \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} \\
 &= AC(B + \bar{B}) + \bar{A}BC + AB\bar{C} && \text{分配率} \\
 &= AC + \bar{A}BC + AB\bar{C} && \text{互补率} \\
 &= C(A + \bar{A}B) + AB\bar{C} && \text{分配率} \\
 &= BC + A(C + \bar{B}C) && \text{吸收率} \\
 &= BC + A(C + B) && \text{吸收率} \\
 &= AB + BC + CA && \text{分配率}
 \end{aligned}$$

【例 8.7-2】逻辑函数  $F = X(\bar{X} + Y) + Y(Y + Z) + Y$  的化简结果为( )。

- (A)  $F = XY + Y$  (B)  $F = Y$   
 (C)  $F = XY + YZ + Y$  (D)  $F = XY + Y^2 + YZ + Y$

解: 答案为选项(B)。

逻辑运算有别于数学运算。逻辑运算中, 只存在“与”、“或”、“非”等基本逻辑运算, 不存在平方、减法、除法等数学运算, 运算过程遵循逻辑运算法则, 所以选项(D)错。

选项(A)仅是化简结果的中间步, 可继续化简, 即  $F = XY + Y = (X + 1)Y = Y$ 。

选项(C)也仅是化简结果的中间步, 可继续化简, 即  $F = XY + YZ + Y = (X + Z + 1)Y = Y$ 。

#### 4. 数字信号的逻辑演算

数字信号的逻辑运算是按位进行的。信号中的高位(5 V)和低位(0 V)分别表示命题的取值真(1)和假(0)。图 8.7-1 表示数字信号 A 和 B 之间进行“与”“或”“非”基本逻辑运算的结果。

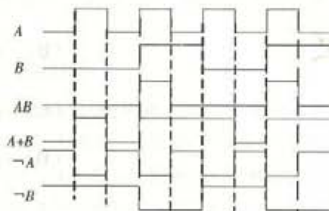


图 8.7-1 数字信号 A 和 B 之间进行“与”“或”“非”基本逻辑运算

数字信号逻辑关系以及任意复杂的逻辑函数演算可通过基本逻辑门搭建满足要求的组合逻辑电路来实现。有关具体实现参见 7.5 相关内容。

## 8.8 数字信号的数值编码与数值运算

在 8.6 中谈到, 通过数字信号可以描述数值信息, 数字信号是二值(0 V-5 V)信号, 可以采用一定位数的二进制数码来表示, 因此可以按照二进制数的运算法则, 以数字信号处理的方法实现数值运算。

二进制数的数值运算除了进位规则不同外, 二进制数的运算法则和十进制数的相同。下



而采用竖式表示相应的法则。

(1) 加法运算

$$\begin{array}{r} 111 \\ \times 110 \\ \hline 111 \\ 111 \\ \hline 1101 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 111 \\ 111 \\ \hline 1101 \end{array}$$

(a) 加法

$$\begin{array}{r} 111 \\ \times 110 \\ \hline 000 \\ 111 \\ \hline 1101 \end{array}$$

(b) 乘法

$$\begin{array}{r} 100101 \\ 11100000 \\ \hline 110 \\ 1000 \\ \hline 110 \\ 1000 \\ \hline 110 \\ \hline \dots \end{array}$$

(c) 除法

图 8.8-1 二进制数的数值运算实例

和十进制数加法一样,二进制数加法也是从最低位开始逐位完成两数相加和进位操作,如图 8.8-1(a)。

二进制数加法的进位原则是逢二进一。

(2) 减法运算

在二进制数运算中采用补码的形式表示负数,从而将减法运算转化为被减数代码和减数补码之间的加法运算。

以  $1110 - 1010$  为例说明二进制数减法运算过程:

①求被减数  $1010$  的补码。一个二进制数的补码等于这个数的反码加 1,而反码是一个二进制数按位取逻辑“反”(即 0 变 1,1 变 0)后的代码。例如,  $0101$  是数  $1010$  的反码,由此可得:数  $1010$  的补码是  $0110$ ,即  $0101$ (反码) +  $1 = 0110$ (补码)。

②计算  $1110 - 1010$  如下:

$$\begin{aligned} 1110 - 1010 &= 1110 + (-1010) \\ &= 1110 + 0110 \\ &= (1)0100 \end{aligned}$$

舍去括号中的进位后,正好就是“ $1111 - 1010$ ”的差  $0100$ 。

【例 8.8-1】如图 8.8-2 所示  $X$ 、 $Y$  信号,如下选项中完成  $F = X - Y$  数值运算的是( )。

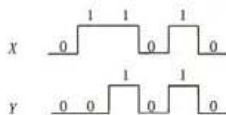
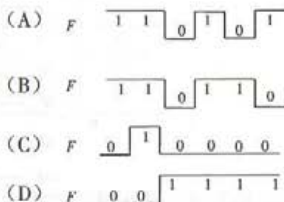


图 8.8-2 例 8.8-1 图



解:答案为选项(C)。

本题为数字信号的数值运算问题,数值运算包括加法(+)、减法(-)、乘法( $\times$ 或 $\cdot$ )、除法( $\div$ )运算。值得注意的是:由于加法(+)、乘法( $\times$ )的运算符号分别同逻辑运算中(或)逻辑符号(+)、(与)逻辑符号( $\times$ 或 $\cdot$ )相同,因此,二者不能混淆。

进一步讨论: $F = X + Y$  的数值运算结果如图 8.8-3。

加法运算是最基本的数值运算,减法运算为“被减数求补——加法”运算,而求补运算等价于求反加 1。

选项(A)为被减数  $Y$  的“求反”运算;选项(B)为被减数的“求补”运算,所以,  $X - Y = X + (-Y)$  运算相当于本题的选项(B)信号与  $X$  信号相加,结果为选项(C),选项(D)为“ $X + \bar{Y}$ ”运算。

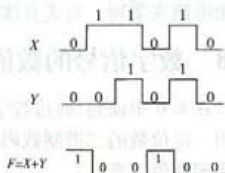


图 8.8-3 例 8.8-1 解图

### (3) 乘法运算

二进制的乘法运算是从左向右操作的,其运算过程可以总结为一系列的“左移—相加”操作,即被乘数逐步左移并逐步相加即可完成乘法运算。值得注意的是:在进行左移操作过程中,被乘数左移的位数与乘数中取值“1”所处的位数相同。

二进制数乘法所依据的法则: $0 \cdot 0 = 0, 0 \cdot 1 = 0, 1 \cdot 0 = 0, 1 \cdot 1 = 1$ ,所以,如果乘数位为“0”,则不进行任何操作。有关二进制数乘法运算示例如图 8.8-1(b)。

### (4) 除法运算

二进制数的除法运算是从左向右操作的,其运算过程可以总结为一系列“右移—相减”操作,即以被除数逐步右移并逐步和被除数(或余数)相减的方式完成除法运算的。二进制数除法运算如图 8.8-1(c) 示例。

有关其他运算方法在此不作讨论。

从上述分析可知,二进制数的运算都可以用它的编码“移位”和“相加”(相减也转换为补码相加)两种操作来实现,这为用数字信号处理来实现数值信息处理提供了方便。关于二进制数的加法操作可通过加法器完成,二进制数的移位操作可通过数字移位寄存器实现(参见 7.5.5 内容)。

## 8.9 数字信号的显示编码

在数字系统内部,数字、文字符号都是以二进制代码的形式存在和运用的。但是,人类通常是以十进制数来表示和运用数的,所以,当数字系统把内部处理结果提供给人阅读和识别时,就要将二进制数代码转换为十进制数代码,并以 0,1,2,⋯,9 的形式显示出来。因此,涉及二进制数/十进制数代码转换和十进制数/数字显示器代码转换。下面首先讨论二进制数/十进制数代码转换问题。

### 8.9.1 二—十进制编码(BCD 码)

所谓的二—十进制码(BCD 码)就是用 4 位二进制编码来表示十进制编码中的 0~9 十个数码,即 BCD 码采用 4bit 单元组来表示 0~9 等十个数字。例如:二进制码 0101 所表示的十进制数为  $0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 5$ ,因此,这种 BCD 码称为 8421BCD 码。

8421BCD 码是 4 位二进制数的 0000(0)~1111(15)十六种组合中的前十种组合,当二进制码计到 1010( $10_{10}$ )时就进位,然后再从头 0000 开始计数。例如:10 的代码是 0001 0000,87 的代码是 1000 0111。

【例 8.9-1】十进制数 7 的 8421BCD 码是( )。

(A)0111                      (B)1110                      (C)0110                      (D)111

解:答案为选项(A)。

所谓的 BCD 码就是用四位二进制编码转换为十进制编码。选项(D)错在了将十进制数用三位二进制码表示。

8421 代表四位二进制码从高位至低位的权值,所以

选项(A)的十进制数: $(0111)_2 = 8 \times 0 + 4 \times 1 + 2 \times 1 + 1 \times 1 = (7)_{10}$

选项(B)的十进制数: $(1110)_2 = 8 \times 1 + 4 \times 1 + 2 \times 1 + 1 \times 0 = (14)_{10}$

选项(C)的十进制数:  $(0110)_2 = 8 \times 0 + 4 \times 1 + 2 \times 1 + 1 \times 0 = (6)_{10}$

因此,选项(A)正确。

### 8.9.2 二进制—十进制译码(七段数码显示器)

为了便于人们用十进制数直接识别二进制数,可以采用七段数码显示器(二进制—十进制译码)解决。

七段数码显示器及其端线如图 8.9-1 所示, a~g 为七个数码管,通过控制不同管的亮与不亮(5 V 数码管亮,0 V 数码管不亮),可显示不同的数字。如图中显示的数字“3”七个数码管上的电压分布为 5 V、5 V、5 V、5 V、0 V、0 V、5 V,相应的代码为 1111001。

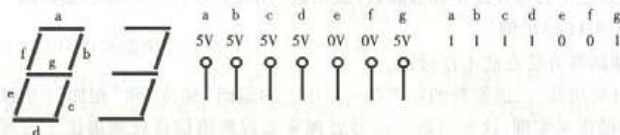


图 8.9-1 七段数码管结构和端线布局

值得注意的是:显示数字“3”的代码(1111001)并不是二进制数的代码(000 0011)。七段数码管也可以用来显示一些简单的字符,如 A、B、C、D、E、F 等,显示这些符号代码时需要使用专用的代码转换器。

图 8.9-2 表示一个数字直流电压表的系统组成,它以数字形式显示电压的数值。其中模数变换器(A/D 转换器)将被测量通过转换为二进制码,BCD 变换器实现二进制码到 BCD 码的变换,BCD 七段显示编码转换器完成从 BCD 码到七段显示码的转换。

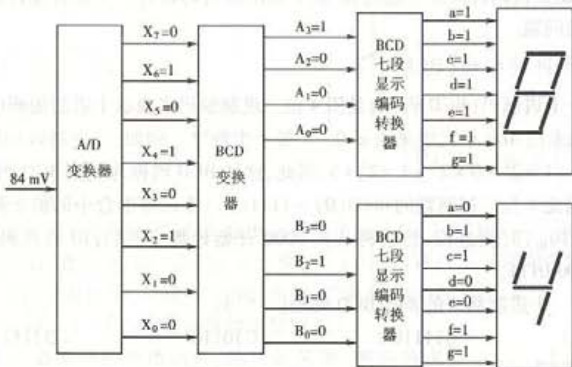


图 8.9-2 直流数字电压表组成

表 8.9-1 给出了 BCD 码、七段显示代码以及显示数码之间的对应关系。

表 8.9-1 数码显示与七段显示代码

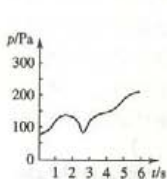
显示	BCD 码	七段显示码						
		a	b	c	d	e	f	g
0	0 0 0 0	1	1	1	1	1	1	0
1	0 0 0 1	0	1	1	0	0	0	0
2	0 0 1 0	1	1	0	1	1	0	1
3	0 0 1 1	1	1	1	1	0	0	1
4	0 1 0 0	0	1	1	0	0	1	1
5	0 1 0 1	1	0	1	1	0	1	1
6	0 1 1 0	1	0	1	1	1	1	1
7	0 1 1 1	1	1	1	0	0	0	0
8	1 0 0 0	1	1	1	1	1	1	1
9	1 0 0 1	1	1	1	0	0	1	1

## 仿真习题

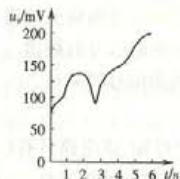
8-1. 如下说法不正确的是( )。

- (A) 物理媒体是传送信号的介质 (B) 信号借助物理媒体传送信息  
(C) 信息是信号的载体 (D) 信号是信息的载体

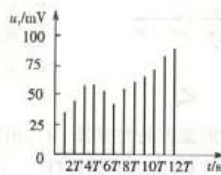
8-2. 下列信号属于模拟信号的是( )。



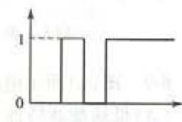
(A)



(B)



(C)



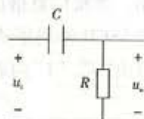
(D)

8-3. 如下不正确的描述是( )。

- (A) 满足狄里赫利条件的周期信号可描述为傅里叶级数形式  
(B) 满足狄里赫利条件的周期信号可分解为一系列谐波分量  
(C) 满足狄里赫利条件的周期信号的频谱是离散的频谱  
(D) 满足狄里赫利条件的周期信号的谱线密度与周期信号的周期无关

8-4. 图示电路具有( )。

- (A) 低通滤波特性 (B) 高通滤波特性  
(C) 带通滤波特性 (D) 带阻滤波特性



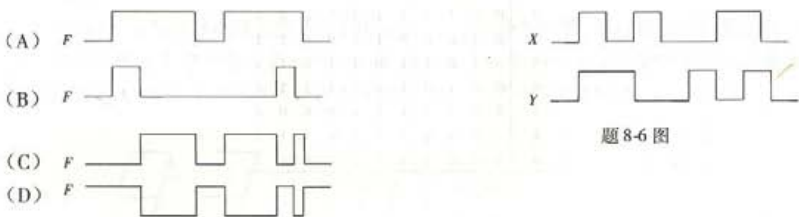
题 8-4 图



8-5. 二进制数的乘法运算需要两种操作实现,即( )。

- (A) “右移—加法”操作 (B) “右移—减法”操作  
(C) “左移—减法”操作 (D) “左移—加法”操作

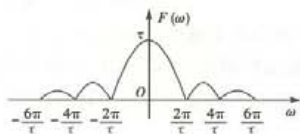
8-6. 逻辑变量  $X$ 、 $Y$  的波形如图所示,  $F = X + Y$  的波形是( )。



题 8-6 图

8-7. 如下说法不正确的是( )。

- (A) 信号是具体的,信息是抽象的 (B) 信号是信息的载体  
(C) 信息是可以直接观测到的 (D) 信息是具有特定含义的数据



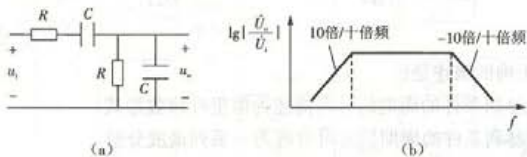
题 8-8 图

8-8. 图示曲线描述的是( )。

- (A) 某非周期信号的幅值频谱  
(B) 某周期信号的幅值频谱  
(C) 某非周期信号的频谱  
(D) 某周期信号的频谱

8-9. 图(a)所示电路的滤波特性如图(b),由此可知,该电路具有( )。

- (A) 低通滤波特性 (B) 高通滤波特性 (C) 带阻滤波特性 (D) 带通滤波特性



题 8-9 图

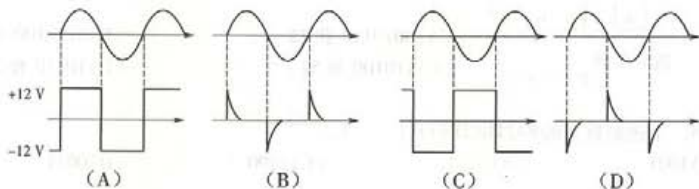
8-10. 逻辑信息借助数字信号来描述,其形式为( )。

- (A) ASCII 编码形式 (B) “0”或“1”  
(C) 由“0”、“1”构成的符号串 (D) BCD 编码形式

8-11. 如图所示电路,运算放大器的输出极限值为  $\pm 12$  V。若  $u_i = 5 \sin \omega t$  V,  $3RC < \frac{T}{2}$ ,

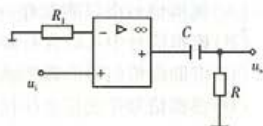


$T$  为  $u_1$  信号的周期, 则  $u_2$  的波形为( )。



8-12. 若逻辑函数  $F = \overline{XY} + XZ = 1$  则( )。

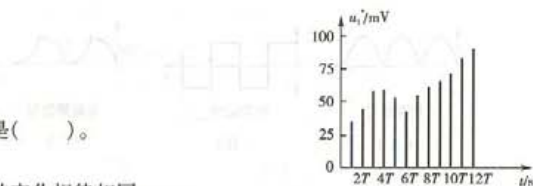
- (A)  $XYZ = 001$                       (B)  $XYZ = 110$   
 (C)  $XYZ = 100$                       (D)  $XYZ = 011$



题 8-11 图

8-13. 图示信号属于( )。

- (A) 物理信号  
 (B) 模拟信号  
 (C) 离散信号  
 (D) 连续信号



题 8-13 图

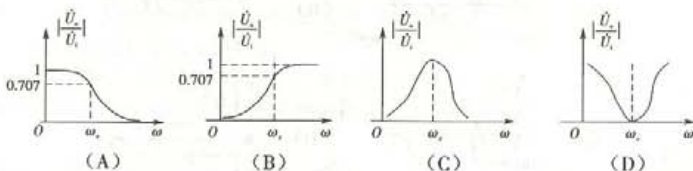
8-14. 如下说法不正确的是( )。

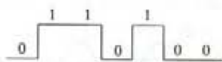
- (A) 模拟信号是电信号  
 (B) 模拟信号与原始信号的变化规律相同  
 (C) 数字信号与采样信号都是离散信号  
 (D) 数字信号与模拟信号都是连续信号

8-15. 下面不正确的描述是( )。

- (A) 不论是周期的还是非周期的模拟信号, 它们的频谱都可表示为频率的连续函数  
 (B) 周期模拟信号的频谱是离散的  
 (C) 非周期模拟信号的频谱是连续的  
 (D) 周期模拟信号的谱线高度随谐波次数的增大而减小

8-16. 下面 4 个幅频特性中, 具有带阻特性的是( )。





题 8-17 图

8-17. 图示数字信号所表示的二进制数和十进制数分别为( )。

- (A) 0010110 和 22 (B) 0110100 和 52  
(C) 110100 和 52 (D) 10110 和 22

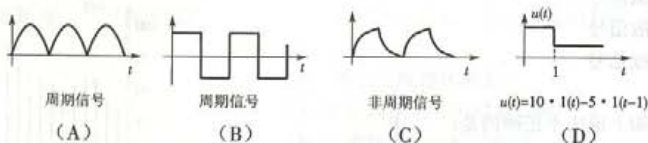
8-18. 十进制数 9 的 8421BCD 码是( )。

- (A) 1001 (B) 0110 (C) 1100 (D) 0011

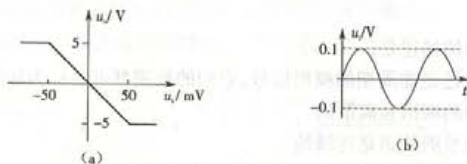
8-19. 如下说法不正确的是( )。

- (A) 模拟信号中仅能含有一种信息  
(B) 模拟信号中可以含有多种信息  
(C) 借助模拟信号的频率函数描述形式可以进行信息的识别  
(D) 模拟信号中的信息往往是微弱的

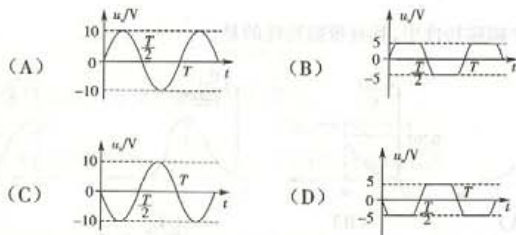
8-20 如下选项中不正确的描述是( )。



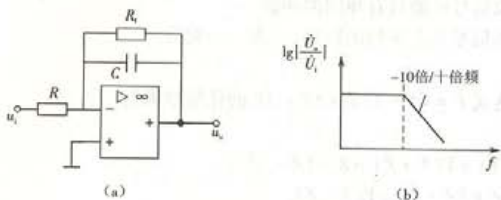
8-21 模拟信号放大环节的输出  $u_o$  与输入  $u_i$  的关系如图(a)所示,若输入信号为  $u_i = 0.1 \sin \omega t$  (V),如图(b)所示,则如下选项中正确的是( )。



题 8-21 图



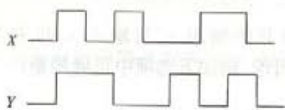
8-22 图(a)所示电路的滤波特性如图(b),由此可知,该电路具有( )。



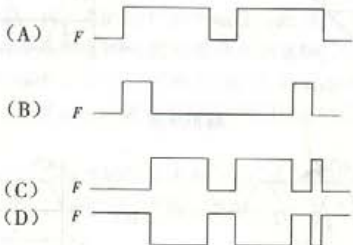
题 8-22 图

(A) 高通滤波特性 (B) 低通滤波特性 (C) 带通滤波特性 (D) 带阻滤波特性

8-23 逻辑变量  $X$ 、 $Y$  的波形如图所示,  $F = X\bar{Y} + \bar{X}Y$  的波形是( )。



题 8-23 图



8-24 二进制数的减法运算可以转化为( )。

- (A) 两个数的比较操作 (B) “求补—加法”操作  
(C) “左移—加法”操作 (D) “右移—减法”操作

8-25 如下说法不正确的是( )。

- (A) 可以通过数字信号来表示、存储、处理、传送信息  
(B) 信息是具有特定含义的数据  
(C) 书籍、报刊上的文字符号是信息,而不是信号  
(D) 化学反应器中的温度是原始的物理信号

8-26 下面正确的描述是( )。

- (A) 模拟信号的频谱一定是连续的

- (B) 模拟信号的频谱是离散的  
 (C) 不同的模拟信号可能具有相同的频谱  
 (D) 不同的模拟信号具有不同的频谱,二者一一对应

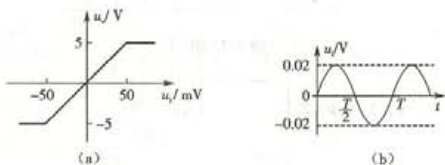
8-27 逻辑表达式  $F = (X + Y)Z + \bar{X}Z + XY$  的化简结果是( )。

- (A)  $F = XY + Z$   
 (B)  $F = Z(X + \bar{X}) + Y(X + Z) = Z + YZ + XY$   
 (C)  $F = XZ + \bar{X}Z + YZ + XY = Y(X + Z)$   
 (D)  $F = X(Y + Z) + Z(\bar{X} + Y)$

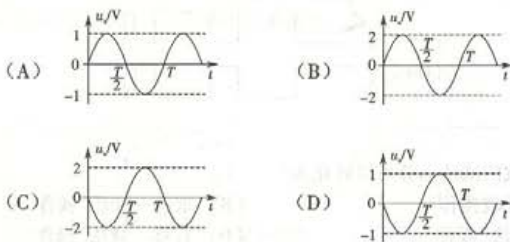
8-28 十六进制数 B9H 对应的二进制数为( )。

- (A) 11001001 (B) 10111001 (C) 10111000 (D) 11001000

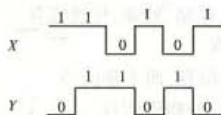
8-29 模拟信号放大环节的输出  $u_o$  与输入  $u_i$  的关系如图(a)所示,若输入信号为  $u_i = 0.1 \sin \omega t$  (V),如图(b)所示,则如下选项中正确的是( )。



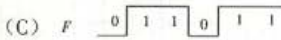
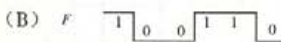
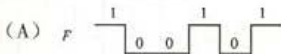
题 8-29 图



8-30 如图所示  $X, Y$  信号,如下选项中完成  $F = X - Y$  数值运算的是( )。



题 8-30 图



## 习题答案

8-1 (C)

8-2 (B)。解题思路:选项(A)为原始物理信号,是可直接被观测到的信号。

选项(B)为模拟信号,是由原始时间信号转换而来的电信号,它与原始信号的变化规律相同,属于连续信号。

选项(C)是采样信号,它是按等距离时间间隔读取连续信号的瞬间值。采样信号是连续信号的离散化形式,它属于离散信号。

选项(D)为数字信号。

故本题答案为(B)。

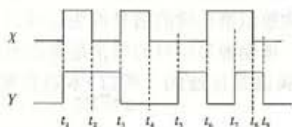
8-3 (D)。解题思路:满足狄里赫利条件的周期信号可描述为傅里叶级数形式,即一系列谐波分量,各谐波分量的幅度随着谐波次数的增高而迅速减小;周期信号频谱是离散的频谱,其谱线只出现在周期信号频率 $\omega$ 整数倍的地方,所以,随着信号周期的加长,各次谐波之间的距离在缩短,它的谱线也变得越加密集。因此,选项(D)是错误的描述。

8-4 (B) 8-5 (D)

8-6 (A)。解题思路:本题讨论逻辑信号 $X$ 和 $Y$ 的“或”逻辑运算。“或”逻辑运算原则:有1则1,全0为0。根据 $X$ 、 $Y$ ,可得到“或”逻辑运算的波形,如选项A。选项B为 $X$ 和 $Y$ 的“与”逻辑运算,即 $F = XY$ 。

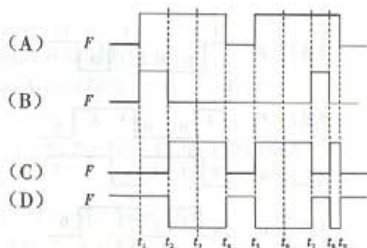
选项(C)为 $X$ 和 $Y$ 的“异或”逻辑运算,即同为0,异为1,逻辑关系式: $F = X \oplus Y = X\bar{Y} + \bar{X}Y$ 。

选项(D)为 $X$ 和 $Y$ 的“同或”逻辑运算,即同为1,异为0,逻辑关系式: $F = \overline{X \oplus Y} = XY + \bar{X}\bar{Y}$ 。



题 8-6 解图





8-7 (C)。解题思路:信号是指物理对象上可被观测到的现象,从对象本身发出并直接为人们所感受到的信号包含对象的原始信息,所以说“信号是信息的表现形式”。信息是抽象的,信号是具体的。信息必须以信号为载体,才能通过物理媒体进行传输和处理。所以答案为(C)。

8-8 (A) 8-9 (D)

8-10 (B)。解题思路:ASCII 编码用于描述符号信息;

由“0”、“1”构成符号串描述数值信息;

BCD 码将二进制编码转换为十进制编码,采用 4bit 单元组,表示 0、1、……、9 十个数字;

逻辑命题的“真”和“假”两个状态取值用“1”和“0”代码表示。

所以,应选(B)。

8-11 (B)。解题思路: $u_1$  为正弦信号,运算放大器构成过零比较器,信号从同相输入端输入,其输出波形为矩形波,如选项(A);RC 组成的电路,由于  $3RC < \frac{T}{2}$ ,所以在矩形波信号作用下,迅速完成充放电过程,即当矩形波为 +12 V 时,迅速充电,充电电流在电阻上得到一个正尖脉冲;当矩形波为 -12 V 时,迅速放电,放电电流在电阻上得到一个负尖脉冲。因此,答案(B)正确。

8-12 (C)。解题思路:若逻辑函数  $F = X(\bar{Y} + Z) = 1$ ,则  $X = 1$ ,且  $\bar{Y} + Z = 1$ 。所以选项(C)正确。

8-13 (C)

8-14 (D)。解题思路:信号是具体的,可以对它进行加工、处理和传输;信息和数据都是抽象的,它们都必须借助信号才得以加工、处理和传送。

模拟信号是由原始时间信号转换而来的电信号。时间离散或数值离散或时间数值都离散的信号称为离散信号;时间和数值都连续的信号称为连续信号,因此,数字信号仅是时间连续信号,模拟信号是连续信号。周期模拟信号的频谱是离散的频谱,其幅度随着谐波次数的增高而减小;非周期模拟信号的频谱是连续的。所以,本题答案为选项(D),下一题答案为选项(A)。

8-15 (A) 8-16 (D)

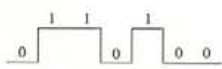


图 8-17 图

8-17 (B)。解题思路:描述数字信号的 0 或 1 都有其特定的含义,不能缺少,所以,选项(C)和(D)错。

已知数字信号所描述的二进制数为 011010,左高右低,其

十进制数为 26, 故选(B)。

8-18 (A)。解题思路: 所谓的 BCD 码就是将二进制编码转换为十进制编码, 采用 4 bit 单元组来表示 0……9 等十个数字, 所以, 选项(D)错。8421 代表四位二进制数从高位至低位的权值。

选项(A)的十进制数:  $(0111)_2 = 8 \times 1 + 4 \times 0 + 2 \times 0 + 1 \times 1 = (9)_{10}$

选项(B)的十进制数:  $(1110)_2 = 8 \times 0 + 4 \times 1 + 2 \times 1 + 1 \times 0 = (6)_{10}$

选项(C)的十进制数:  $(0110)_2 = 8 \times 1 + 4 \times 1 + 2 \times 0 + 1 \times 0 = (12)_{10}$

8-19 (A)

【点评】 从对象发出的信号是原始的物理形态各异的信号, 模拟信号是用以模拟原始信号变化规律的信号。原始信号必须转换为模拟信号, 才能实现信号的放大、变换、滤波等处理。因此, 模拟信号中可能含有多种信息, 包含有用信息和无用信息, 同时需要放大、变换、滤波等处理。所以, 选项(A)的描述是不正确的。

8-20 (C)

8-21 (D)。解题思路: 将微弱的信号放大到足以被识别和利用是模拟信号最基本的处理方式, 这种处理涉及电压放大和功率放大等信号本身能量的增强, 所以, 信号的放大过程可以理解为把小能量的信号转换为大能量信号的过程。

本题讨论的电压放大器具有非线性特性, 线性区特性为  $\frac{u_o}{u_i} = -100$ , 电压放大倍数  $\left| \frac{U_o}{U_i} \right|$ ,  $u_o$

与  $u_i$  的相位互差  $180^\circ$ , 最大输出为 5 V, 所以, 信号在放大的同时可能会出现失真现象。对于输入信号  $u_i = 0.1 \sin \omega t$  V, 经放大器放大后, 大于 5 V 的信号被削掉, 因此, 选项(D)正确。

8-22 (B)

8-23 (C)。解题思路: 本题属于数字信号的逻辑运算问题。  $F = XY + \bar{X}Y$  的实质是“异或”逻辑关系, “异或”逻辑关系还可描述为:  $F = X \oplus Y$ , 异为 1, 同为 0, 即当 X、Y 的状态不同时,  $F = “1”$ , 当 X、Y 的状态相同时,  $F = “0”$ 。因此, 选项(C)正确。

选项(A)描述为“或”逻辑关系,  $F = X + Y$ ;

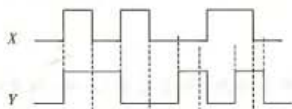
选项(B)描述为“与”逻辑关系,  $F = XY$ ;

选项(D)描述为“同或”逻辑关系,  $F = X \oplus Y = XY + \bar{X}\bar{Y}$ 。

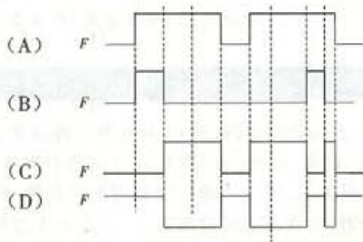
8-24 (B)

8-25 (C)。解题思路: 任何符号本身都不具有特定的含义, 只有当它们按照确定的编码规则被用来表示特定的信息时才可以称为数据。因此说: “信息是具有特定含义的数据”。

除了人的大脑, 任何物理系统都不能直接处理抽象的信息或数据, 因此在以计算机为核心的信息系统中以数字信号来表示、存储、处理、传送信息或数据。从这个意义上讲, 数字信号是信息的物理代码, 亦可称为代码信号。



题 8-23 解图



从信号获取信息可以通过两个渠道实现：一个是借助对象发出的真实信号直接获取信息，如温度、压力、流量等；另一个则用符号对信息进行编码后再以信号的形式传送出去，然后对它进行必要的翻译处理（译码）之后间接获取信息，如书籍、报刊用的文字符号等。

所以，本题答案为选项(C)。

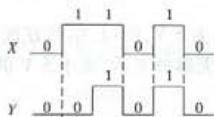
8-26 (D)。解题思路：模拟信号是连续时间信号，分周期信号和非周期信号两个类型。模拟信号又可以描述为频率函数的形式，所以，模拟信号又是频率信号，由一系列不同频率的谐波信号叠加而成，可利用频谱描述模拟信号，所以，选项(C)描述错，(D)正确。周期信号的频谱是离散的，非周期信号的频谱是连续的，因此，选项(A)和(B)的描述均错。

8-27 (A) 8-28 (B) 8-29 (B)

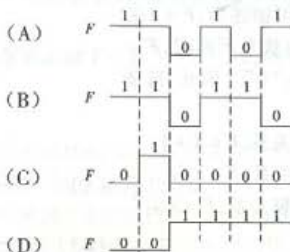
8-30 (C)。解题思路：本题讨论的问题为数字信号的数值运算问题，数值运算包括加法“+”、减法“-”、乘法“ $\times$ ”或“ $\cdot$ ”、除法“/”运算。值得注意的是：由于加法“+”、乘法“ $\times$ ”的运算符号分别同逻辑运算中“或”逻辑符号“+”、“与”逻辑符号或“ $\cdot$ ”相同，因此，二者不能混淆。

加法运算是最基本的数值运算，减法运算为“求补—加法”运算，乘法运算为“左移—加法”运算，除法运算为“右移—减法”运算，而减法中的求补运算等价于求反加1。

选项(A)为“求反”运算，选项(B)为“求补”运算，选项(C)为“ $X - Y$ ”运算，选项(D)为“ $X + Y$ ”运算。



题 8-30 解图



# 9 计算机技术

## 考试大纲

### 9.1 计算机系统

计算机系统组成;计算机的发展;计算机的分类;计算机系统特点;计算机硬件系统组成;CPU;存储器;输入/输出设备及控制系统;总线;数模/模数转换;计算机软件系统组成;系统软件;操作系统;操作系统定义;操作系统特征;操作系统功能;操作系统分类;支撑软件;应用软件;计算机程序设计语言。

### 9.2 信息表示

信息在计算机内的表示;二进制编码;数据单位;计算机内数值数据的表示;计算机内非数值数据的表示;信息及其主要特征。

### 9.3 常用操作系统

Windows 发展;进程和处理器管理;存储管理;文件管理;输入/输出管理;设备管理;网络服务。

### 9.4 计算机网络

计算机与计算机网络;网络概念;网络功能;网络组成;网络分类;局域网;广域网;因特网;网络管理;网络安全;Windows 系统中的网络应用;信息安全;信息保密。

## 复习指导

全国勘察设计注册工程师公共基础考试中,计算机技术部分共 10 题,题型均为四选一。

复习时,可将计算机发展趋势、计算机特点、多媒体数据在计算机内的表示、实数(浮点数)的表示、Windows 操作系统的发展、网络的管理、网络管理协议作一般性了解;其次是了解计算机的发展、数据库、数模转换、数值数据在计算机中的表示、二进制数的运算方法、作业管理、Windows XP 中的网络应用、计算机的分类等。将重点放在计算机系统组成、操作系统的概念、数值转换、计算机语言、ASCII 码、存储器的容量单位、计算机病毒、信息安全、网络的分类、计算机网络体系结构与协议。难点在数值转换、机器数、安全知识、操作系统分类中的概念,学习这些概念时要结合例题加深对概念的认识。



## 复习内容

### 9.1 计算机系统

要求:了解计算机的发展、计算机发展趋势、计算机特点、计算机的分类和数模转换,重点应放在计算机系统组成、操作系统分类中的概念,如:批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统等。

#### 9.1.1 计算机的发展

从1946年2月诞生世界第一台电子计算机ENIAC,电子数字计算机的发展主要经历了四代历程,如表9.1-1所示。

表 9.1-1 计算机发展的四个时代

时代	时间	基本电子元件	技术特点
第一代	1946年—1956年	电子管、磁鼓、磁芯	每秒几千次至几万次、机器和汇编语言
第二代	1956年—1962年	晶体管、磁芯、磁盘	每秒几十万次至几百万次、高级编程语言
第三代	1965年—1970年	中小规模集成电路、半导体存储器	每秒几百万次至千万次、操作系统成熟
第四代	1971年—至今	大规模、超大规模集成电路	可达每秒几亿次至百万亿次、进入网络时代

【例 9.1-1】 计算机发展过程按使用的电子器件可划分为四代,其中第四代计算机使用的器件是( )。

- (A) 晶体管 (B) 超大规模集成电路  
(C) 小规模集成电路 (D) 电子管

答案:(B)。

#### 9.1.2 未来计算机的发展趋势

计算机的发展趋势主要表现在以下方面。

①高性能:运算速度快,可靠性高,进一步提高字长和寻址空间,能多指令发送,具有并行操作技术等。除了发展半导体技术外,新技术很受科学家重视,已产生了光计算机、量子计算机、生物计算机。

②人性化:易学、易用,使计算机做到“使用傻瓜化”。

③网络化:利用计算机和通信技术达到数据传输和资源共享。

④多级化:充分发挥巨、大、中、小、微型计算机的特色,共同形成一个多级计算机世界。

⑤多媒体化:用计算机处理文本、图形、图像、声音、视频等多种媒体信息。

⑥智能化:使计算机能模拟人的思维,具有推理、联想、学习能力,能看、能说。

【例 9.1-2】 计算机今后的发展趋势是( )。

(A) 高性能、网络化、智能化、人性化、多级化、多媒体化

(B) 数字化、网络化、智能化、人性化、多级化、多媒体化

(C) 微型化、一体化、智能化、人性化、多级化、多媒体化

(D) 微型化、网络化、自动化、人性化、多级化、多媒体化



答案:(A)。

### 9.1.3 计算机的分类

计算机种类很多,可以从不同的角度对计算机进行分类。

①按所处理的量值:分模拟计算机和数字计算机。

②按适用范围:分专用计算机和通用计算机。

③按规模:分巨型计算机、大型计算机、中型计算机、小型计算机、微型计算机、单板机和单片机。

④按内部逻辑结构:分复杂指令系统计算机、精简指令系统计算机。

⑤按计算机字长:分8位机、16位机、32位机、64位机。

【例9.1-3】将计算机分为:巨型机、大型机、小型机、微型机,划分依据是( )。

(A)结构 (B)功能 (C)用途 (D)规模

答案:(D)。

### 9.1.4 计算机的特点

计算机能在程序控制下自动连续地高速运算。由于采用存储程序控制的方式,因此一旦输入编制好的程序,启动计算机后,就能自动地执行下去直至完成任务。主要表现如下。

①计算能力:计算精度高,运算速度快。

②判断能力:拥有逻辑判断和选择能力,可用于管理、控制、决策、推理等方面。

③存储能力:计算机具有记忆功能,拥有巨大的存储空间。

④快速操作能力:计算机依次进行操作所需时间小到纳秒(ns),反映速度快。

⑤通用性:方便实现不同的应用目的。

⑥联网功能:借助通信技术达到数据传输和资源共享。

【例9.1-4】电子数字计算机最主要的工作特点是( )。

(A)高速度

(B)高精度

(C)记忆力强

(D)存储程序与自动控制

答案:(D)。

### 9.1.5 计算机的组成

美籍匈牙利数学家冯·诺依曼提出计算机基本结构和工作方式的设想,为计算机的诞生和发展提供了理论基础,冯·诺依曼理论的要点如下。

①数字计算机的数制采用二进制。

②计算机硬件设备由存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备5部分组成。

③存储程序思想:把计算过程描述为由许多指令按一定顺序组成的程序,然后把程序和数据一起输入计算机,执行程序完成计算,输出结果。

直至今日,尽管计算机软硬件技术飞速发展,但计算机本身的体系结构并没有明显的突破,当今的计算机仍属于冯·诺依曼架构。一个完整的计算机系统是由计算机硬件系统和软件系统组成,如图9.1-1所示。

【例9.1-5】下列关于计算机系统硬件的说法中,正确的是( )。

(A)键盘是计算机输入数据的唯一手段

(B)显示器和打印机都是输出设备

(C)计算机硬件由中央处理器和存储器组成

(D)内存可以长期保存信息



图 9.1-1 计算机系统组成

答案：(B)。

【例 9.1-6】通常计算机硬件由五部分组成,包括输入设备、输出设备和( )。

- (A) 控制器、运算器、寄存器 (B) 控制器、寄存器、存储器  
(C) 运算器、控制器、存储器 (D) 寄存器、存储器、运算器

答案：(C)。

【例 9.1-7】CPU 即中央处理器,包括( )。

- (A) 控制器和存储器 (B) 内存和外存 (C) 运算器和存储器 (D) 运算器和控制器

答案：(D)。

## 9.1.6 计算机硬件系统

计算机硬件系统由主机和外设组成,主要部件可分为:总线、内存、处理器、输入设备、输出设备等。

### 1. 总线

在计算机中有三种信息(数据信息、地址信息和控制信息),它们分别在称为数据总线、地址总线和控制总线的线路上流动。总线由一组导线和相关的控制、驱动电路组成。在计算机系统中,总线被视为一个独立部件。

①数据总线:用于传送程序和数据信息,计算机数据总线所包含的二进制位数称为字长。

②地址总线:专门用来传送地址的,由 CPU 传向存储器的为地址码,传向 I/O 接口的为设备码。

③控制总线:用来传送控制信号。

【例 9.1-8】按传送的信息不同,计算机中有地址总线、数据总线和( )。

- (A) ISA 总线 (B) PCI 总线 (C) AGP 总线 (D) 控制总线

答案：(D)。

解释:ISA 总线、PCI 总线和 AGP 总线称为 I/O 通道总线,它们是为适应各类适配卡规定的标准。按传送的信息不同,计算机中有三种信息,应选控制总线。

### 2. 中央处理器(在微机中称微处理器)

中央处理器由控制器和运算器组成,控制器是分析和执行指令的部件,运算器是完成算术

运算和逻辑运算的部件。

- ①控制器:由程序计数器、指令寄存器、指令译码器、地址寄存器及控制部件等组成。
- ②运算器:由算术逻辑单元(ALU)数据寄存器等组成。
- ③程序计数器PC:用来存放下一条要执行的指令地址。
- ④指令寄存器IR:用来保存当前正在执行的一条指令。
- ⑤指令译码器:负责对指令的指令码部分进行译码,产生该指令所需要的一系列微操作信号。

⑥地址寄存器:用来保存当前CPU所访问的内存单元的地址,当CPU向内存存/取数据时,或者CPU从内存中读出指令时,都要使用地址寄存器。有些系统中把外围设备像内存单元一样编号,这些编号称为设备地址,那么,当CPU和外围设备交换信息时,同样使用地址寄存器保存设备地址。

- ⑦控制部件:按微操作信号控制计算机中的所有部件。
- ⑧算术逻辑单元ALU:主要完成算术运算和各种逻辑运算。
- ⑨数据寄存器:用来存放操作数、运算结果和运算的中间结果,以减少访问存储器的次数。

【例9.1-9】 程序计数器的作用是存放( )。

- (A) 下一条要执行的指令地址                      (B) 当前正在执行的指令地址  
(C) 当前正在执行的一条指令                      (D) 下一条要执行的指令

答案:(A)。

解释:指令寄存器存放当前正在执行的指令,程序计数器(PC)为取下一条要执行的指令做好准备,因此存放下一条要执行的指令地址。

### 3. 存储器

存储器(Memory)是计算机系统记忆的设备,用来存放程序和数据。计算机中的全部信息,包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。

按用途存储器可分为主存储器(内存)和辅助存储器(外存)。外存通常是磁性介质或光盘、U盘等,能长期保存信息。内存半导体存储器,用来存放当前正在执行的程序和数据,但仅用于暂时存放程序和数据,关闭电源或断电,数据就会丢失。

为了解决CPU与内存之间速度不匹配问题,引进了高速缓冲存储器(Cache)。

一个存储器包含许多存储单元,每个存储单元可存放一个字节(微机按字节编址)。每个存储单元的位置都有一个编号,即存储地址。一个存储器中所有存储单元可存放数据的总和称为它的存储容量。

存储器根据控制器指定的位置(地址寄存器)存入(写)和取出(读)信息。

一般内存容量小、速度快、价钱贵,外存容量大、速度慢、价钱低。

【例9.1-10】 存储器可分为( )。

- (A) RAM和ROM                                      (B) 硬盘与软盘  
(C) 内存储器和外存储器                          (D) ROM和EPROM

答案:(C)。

### 4. 输入设备

输入设备是计算机输入程序 and 数据的设备。如:键盘、鼠标、摄像头、扫描仪、光笔、手写输入板、游戏杆、麦克等都属于输入设备。



## 5. 输出设备

输出设备是人与计算机交互的一种部件,用于数据的输出。它把各种计算结果数据或信息以数字、字符、图像、声音等形式表示出来。常见的有显示器、打印机、绘图仪、影像输出系统、语音输出系统等。

### 9.1.7 计算机软件系统

#### 1. 软件系统的组成

软件系统由系统软件、支撑软件和应用软件组成。

#### 2. 系统软件

系统软件主要指控制和协调计算机及外部设备工作的软件。通常指操作系统,如:Windows、Linux、DOS、UNIX等。

#### 3. 支撑软件

支撑软件是支撑各种软件的开发与维护的软件,又称为软件开发环境。它主要包括环境数据库、语言处理程序等。如数据库、汇编语言编译器、语言编译、连接器等,微软公司的 Visual Studio .NET 是目前微机普遍应用的支撑软件。

#### 4. 应用软件

应用软件使用各种程序设计语言编制的应用程序,分为通用应用软件和专用应用软件。

#### 5. 软件系统的划分问题

人们常把将上述系统软件和支撑软件合在一起,称为系统软件。这样可以把计算机软件系统看成是由系统软件和应用软件组成。

【例 9.1-11】 计算机高级语言的编译系统属于( )。

(A) 应用软件      (B) 操作系统      (C) 系统软件      (D) 数据库管理系统

答案:(C)。

解释:计算机高级语言的编译系统按软件分类来看是属于支撑软件,而系统软件又可以分为操作系统和支撑软件,这样计算机高级语言的编译系统也属于系统软件,就是说答案应为选项(C)。

### 9.1.8 操作系统

只有硬件部分,未安装任何软件系统的电脑叫做裸机。操作系统是系统软件中最内层的软件,是计算机系统的内核与基石。

#### 1. 操作系统及特征

操作系统的功能是控制和管理计算机系统内各种硬件和软件资源,合理有效地组织计算机系统的工作,为其他应用软件提供支持,控制程序运行,为用户提供方便的、有效的、友善的服务界面。

现代操作系统具有 3 个基本特征:并发性、共享性、随机性。

①并发性:指的是很多个程序或者作业在同一时间内运行,宏观上看程序或者作业在同一操作系统的控制下并行向前推进。

②共享性:在操作系统的控制下,操作系统和多个运行的用户程序一起共享计算机的资源。

③随机性:指操作系统控制下的多道作业执行顺序和每个作业的执行时间是不确定的。

【例 9.1-12】对计算机软件和硬件资源进行管理和控制的软件是( )。

- (A) 文件管理程序 (B) 输入输出管理程序  
(C) 命令处理程序 (D) 操作系统

答案:(D)。

## 2. 操作系统的作用

在计算机系统中引入操作系统有两方面的目的:最大限度地提高计算机系统资源的使用效率和方便用户使用计算机。

①资源管理:系统资源既包括 CPU、内存、外围设备等硬件资源,也包括程序和数据等软件资源。其功能包括监视资源、确定资源分配策略、按照资源分配策略决定资源的分配和回收;合理地组织计算机的工作流程,使这些软件、硬件资源为多个用户共享。

②提供友好的用户界面:一个好的操作系统应给用户使用计算机提供一个良好的界面,使用户不必了解硬件和系统软件的细节就可方便地使用计算机。这里的“用户”是一个广义的概念,不仅包括系统的一般用户、系统管理员,还应包括系统实用软件的设计者。

【例 9.1-13】操作系统的作用包括( )。

- (A) 把源程序翻译成目标程序 (B) 控制和管理系统资源的使用  
(C) 实现软件与硬件的交换 (D) 便于进行数据交换

答案:(B)。

## 3. 操作系统的分类

操作系统种类很多,也具有不同的特征,对操作系统的分类,可以基于不同的观点。

①根据所支持的用户数目,可分为单用户(MS DOS、OS/2、Windows2000/XP)、多用户(UNIX、Xenix)。

②根据同时执行任务数目,可分为单任务(早期的 MS DOS)、多任务(UNIX、Windows XP)。

③根据硬件结构和配置,可分为多机配置和单机配置的操作系统,多机配置的有:网络操作系统(Netware、Windows NT、OS/2 warp)、分布式系统(Amoeba)。单机配置的有:多媒体系统(Amiga)、大型机操作系统、小型机操作系统和微型机操作系统。

④根据操作系统的功能、使用环境和作业处理方式,可分为批处理系统(MVX)、分时系统(Linux、UNIX、XENIX)、实时系统(iEMX、VRTX)。

【例 9.1-14】Windows 有许多特点,但( )不是它的特点。

- (A) 友好的图形用户界面 (B) 支持虚拟存储管理  
(C) 单任务 (D) 支持的文件系统格式有 FAT、FAT32、NTFS

答案:(C)。

解释:Windows 是一种多任务操作系统。

### (1) 批处理操作系统

把用户要求计算机系统进行处理的一个计算问题称为一个“作业”。用户为作业准备好程序和数据后,再写一份控制作业执行的说明书。然后把作业说明书、相应的程序和数据一起交给操作员。操作员将收到的一批作业的有关信息输入到计算机系统中等待处理,由操作系统选择作业并按其作业说明书的要求自动控制作业的执行。采用这种批量化处理作业的操作系统称为“批处理操作系统”。批处理操作系统按照预先写好的作业说明书控制作业的执行。



因此,执行作业时无需人为干预(不允许用户和作业交互)。

批处理操作系统可分为单道批处理系统和多道批处理系统。

①单道批处理系统。“单道”是指一次只有一个作业装入计算机主存中运行,因而它也是一个单用户操作系统。这种系统的主要目标是一批作业能自动、顺序地运行。当一个作业执行结束后,操作系统自动控制转入下一个作业运行,以节省人工操作时间,提高系统效率。

②多道批处理系统。“多道”是指在主存中同时存放若干个用户作业,这些作业在操作系统控制下,轮流地在中央处理机上运行,各个作业可以同时使用各自所需的外部设备,从而极大地提高计算机系统的工作效率。

批处理操作系统自动控制作业的运行,提高了计算机系统的工作效率,但在作业运行时用户不能直接干预作业的执行。当程序出现错误时,用户也不能及时加以控制,只能由操作系统输出信息,再由操作员通知用户重新修改程序,然后再次提交给系统重新装入执行。

【例 9.1-15】多道程序执行方式的特点是( )。

- (A)宏观上并行,微观上串行                      (B)宏观上串行,微观上并行  
(C)宏观上并行,微观上并行                      (D)宏观上串行,微观上串行

答案:(A)。

解释:多道程序执行时宏观上都在执行(并行),微观上轮流占有中央处理机(串行)。

(2)分时操作系统

将一台计算机连接多个终端,用户通过各自的终端把作业输入计算机,计算机又通过终端向用户报告其作业的运行情况。这种计算机能轮流地为各终端用户服务并能及时地对用户请求予以响应,这就是分时系统。分时操作系统将 CPU 的时间划分成若干个片段,称为时间片。操作系统以时间片为单位,轮流为每个终端用户服务。每个用户轮流使用一个时间片而使每个用户并不感到有别的用户存在。支持这种系统运行方式的操作系统称为“分时操作系统”。

分时操作系统的基本特征如下。

①同时性:若干个用户同时使用一台计算机,微观上看是各用户轮流使用计算机,宏观上看是各用户在并行工作。

②交互性:用户可根据系统对请求的响应结果,进一步向系统提出新的请求。这种能使用户与系统进行人机对话的工作方式,明显地有别于批处理系统,因而分时系统又称为交互式系统。

③独立性:用户之间可以相互独立操作,互不干涉,互不影响,系统保证各用户程序运行的完整性,不会发生相互混淆和破坏现象。

分时操作系统能及时对用户的输入作出响应,这也是分时操作系统性能的主要指标之一。目前广为流行的 UNIX 操作系统是一个分时操作系统。

【例 9.1-16】分时操作系统的主要特点是( )。

- (A)个人独占计算机资源                      (B)自动控制作业运行  
(C)高可靠性和安全性                      (D)多个用户同时使用一台计算机资源

答案:(D)。

解释:分时操作系统的主要特点是多个用户同时使用一台计算机资源,在学习时要注意比较,比如,分时操作系统可以交互,但批处理不允许交互。

### (3) 实时操作系统

能使计算机系统接收到外部信号后及时进行处理,并且在严格的规定时间内结束处理,再给出反馈信号的操作系统称“实时操作系统”。

实时操作系统设计的目标是实现实时响应及处理的能力和高可靠性。实时系统对系统资源的利用率要求不高,甚至为保证高可靠性而在硬件上采用冗余措施,且仅要求有限的交互能力。实时系统一般都是专用系统,它为专门的应用而设计。

实时操作系统主要追求的目标是:①对外部请求在严格时间范围内作出反应;②有高可靠性和安全性。

【例 9.1-17】 实时操作系统必须考虑的是( )。

- (A) 高效率 (B) 及时响应和高可靠性、安全性  
(C) 有很强的交互会话功能 (D) 可移植性和使用方便

答案:(B)。

批处理系统、分时系统和实时系统是操作系统的三种基本类型。如果一个操作系统兼有三者或其中两者的功能,就形成了通用操作系统。在通用操作系统中,往往把批处理作业作为后台作业,而需要及时响应的用户作业作为前台作业。前、后台作业的区别在于:只有前台作业不需要使用处理机时,后台作业才能得到处理机的控制权;一旦前台作业可以开始工作时,后台作业要立即让出处理机。

衡量一个操作系统性能时,常采用如下一些指标:①系统的 RAS(RAS 是可靠性、可维护性和可用性三者的总称);②系统的吞吐率;③系统的响应时间;④系统资源利用率;⑤可移植性,即把一个操作系统从一种硬件环境移植到另一种硬件环境所需要的工作量。

### (4) 网络操作系统

网络操作系统除了具有通常单机操作系统所具有的功能外,还具有网络支持功能,如提供高效可靠的网络通信能力,提供多种网络服务等。网络操作系统是按网络体系结构协议标准开发的操作系统,其目标是可实现相互通信及资源共享。网络操作系统应具有以下功能:高效、可靠的网络通信;对网络中共享资源的有效管理;提供电子邮件、文件传输、远程登录等服务;网络安全管理;提供交互操作能力。

【例 9.1-18】 目前微机使用的主流操作系统属于( )。

- (A) 批处理操作系统 (B) 分时操作系统 (C) 实时操作系统 (D) 网络操作系统

答案:(D)。

### (5) 分布式操作系统

分布式操作系统是配置在分布式计算机系统上的操作系统。

分布式计算机系统是由多台计算机组成的一种特殊的计算机系统。该系统中的各台计算机没有主次之分;系统中任意两台计算机可以通过通信交换信息;整个系统中的资源供各用户共享。

分布式系统是以计算机网络为基础的,它能使系统中若干台计算机相互协作完成一个共同的任务。把一个计算问题分成若干个可以并行执行的子问题,让每个子问题在系统中的各计算机上并行执行,充分利用各计算机的优势。这样,一个程序就被分布在几台计算机上并行执行,相互协作得到结果。在分布式操作系统控制下,使系统中的各台计算机组成了一个完整的、功能强大的计算机系统。分布式操作系统的特征如下。

①统一性:是一个统一的操作系统。

②共享性:资源实现进一步共享。

③透明性:在用户看来整个系统好像是一台计算机,分布式系统的网络资源调度对用户透明。

④自治性:分布式系统的多个主机处于平等地位。

网络和分布式操作系统的区别:①分布式具有各个计算机间相互通讯、无主从关系的特点,而网络有主从关系;②分布式系统资源为所有用户共享,而网络为有限制地共享;③分布式系统中若干个计算机可相互协作共同完成一项任务。

#### (6) 单用户操作系统

针对单用户使用的个人计算机的操作系统,计算机在某一时间内为单用户服务,其追求目标是界面友好,使用方便。应用领域主要用于事务处理和个人娱乐,效率不必很高。

#### (7) 嵌入式系统

嵌入式系统使用非常广泛的操作系统(如 VxWorks、eCos 等)以及某些功能缩减版本的 Linux 或者其他操作系统。在机器人、掌上电脑(PDA)、车载系统、家用电器、手机等通讯设备上,都需要一个支持多道程序设计的环境,提供这种环境的操作系统称为嵌入式操作系统。嵌入式操作系统具有微小、实时、专业、可靠、易裁减等优点。

### 9.1.9 支撑软件和计算机语言

支撑软件是介于系统软件和应用软件之间的一个中间件。它是支撑各种软件的开发与维护的软件,又称为软件开发环境。其包括一系列基本的工具,比如编译器、数据库管理等。

计算机语言(Computer Language)指用于人与计算机之间通讯的语言。计算机语言是人与计算机之间传递信息的媒介。

#### 1. 计算机语言分类

计算机语言主要分为以下类别。

##### (1) 机器语言

电子计算机所使用的是由“0”和“1”组成的二进制数,二进制是计算机语言的基础。计算机发明之初,人们只能写出一串串由“0”和“1”组成的指令序列交由计算机执行,这种语言,就是机器语言。由于每台计算机的指令系统往往各不相同,所以,在一台计算机上执行的程序,要想在另一台计算机上执行,必须另编程序,这造成工作重复。编制和修改机器语言程序都是非常困难的。但由于使用的是针对特定型号计算机的语言,故而运算效率是所有语言中最高的。机器语言,是第一代计算机语言。

##### (2) 汇编语言

用一些简洁的英文字母、字符串来替代一个特定指令的二进制串,比如,用“ADD”代表加法,“MOV”代表数据传递等等。这样一来,人们很容易读懂并理解程序在干什么,纠错及维护都变得方便了,这种程序设计语言就称为汇编语言,即第二代计算机语言。然而计算机是不认识这些符号的,这就需要有一个专门的程序,负责将这些符号翻译成二进制数的机器语言,这种翻译程序被称为汇编程序。

汇编语言同样十分依赖于机器硬件,移植性不好,但效率仍十分高,针对计算机特定硬件而编制的汇编语言程序,能比较充分发挥计算机硬件的功能和特长,程序精练而且质量高,所以至今仍是一种强有力的软件开发工具。



### (3) 高级语言

高级语言接近于数学语言或人的自然语言,同时又不依赖于计算机硬件,编出的程序能在所有机器上通用。经过努力,1954年,第一个完全脱离机器硬件的高级语言——FORTRAN问世了。50多年来,共有几百种高级语言问世,影响较大的有几十种,如:FORTRAN、ALGOL、COBOL、BASIC、LISP、PL/1、Pascal、C、PROLOG、Ada、C++、VC、VB、Delphi、JAVA等。高级语言直观、易于理解、通用性强,编写和修改源程序容易,因此得到了广泛使用。高级语言也被称为第三代计算机语言。

同样,计算机不能直接识别高级语言源程序,需要经过翻译把高级语言源程序翻译成计算机可以识别的机器语言程序,常见的翻译有编译程序和解释程序。

### (4) 面向问题的语言

前面三代计算机语言都需要编程指出怎么做(运行步骤),第四代计算机语言在一定程度上只需要说明做什么(目的),不需要写出怎么做的过程。

第四代计算机语言的代表是SQL,其全称是“结构化查询语言(Structured Query Language)”。SQL语言结构简洁,功能强大,简单易学,因而得到了广泛的应用。

### (5) 第五代语言

第五代计算机语言除具有第四代计算机语言的基本特征外,还具有更多的特点,比如:人工智能和更接近日常生活所用语言。因为LISP和PROLOG具有人工智能的特点,也被一些计算机人士视为第五代计算机语言,当然其“与自然语言接近”还不能被认同。

## 2. 语言处理程序

语言处理程序是将用程序设计语言编写的源程序转换成机器语言的形式,以便计算机能够运行,这一转换是由翻译程序来完成的。翻译程序除了要完成语言间的转换外,还要进行语法、语义等方面的检查。翻译程序统称为语言处理程序,共有三种:汇编程序、编译程序和解释程序。

①汇编程序:汇编程序将用汇编语言编写的程序(源程序)翻译成机器语言程序(目标程序),这一翻译过程称为汇编。

②编译程序:编译程序是将用高级语言编写的程序(源程序)翻译成机器语言程序(目标程序)。这一翻译过程称为编译。

③解释程序:解释程序是边扫描边翻译边执行的翻译程序。

编译器和汇编程序都经常依赖于连接程序,连接程序把不同的目标程序和标准库函数收集或装配到一个可直接执行的文件中。

【例9.1-19】以下说法中,错误的是( )。

- (A) 高级语言编写的源程序计算机可直接执行
- (B) 编译程序把高级语言源程序全部转换成机器指令并产生目标程序
- (C) 解释程序,以解释方式分析源程序代码,不形成目标程序
- (D) 各种高级语言有其专用的编译或解释程序

答案:(A)。

解释:高级语言编写的源程序不能直接执行,它必须经过编译程序或解释程序加工,编译过程产生目标程序(可装配为可执行程序),解释过程不产生目标程序(边解释边执行),语言不同使用的编译程序或解释程序也不同。



【例 9.1-20】 解释程序的功能是( )。

- (A) 将高级语言程序转换为目标程序 (B) 将汇编语言程序转换为目标程序  
(C) 解释执行高级语言程序 (D) 解释执行汇编语言程序

答案:(C)。

解释:解释程序将源程序语句一句一句读入,对每个语句进行分析和解释执行。

### 3. 常用计算机程序设计语言

目前常用的编程语言特点和用途见表 9.1-2。

表 9.1-2 常用的编程语言特点和用途

语言名称	主要特点和用途
FORTRAN	编写科学计算、工程计算程序
LISP	编写人工智能、专家系统程序
Pascal	编写教学程序,非常适宜学生学习编程思想
BASIC	语法相对简单,易学、易用,编写一般实用程序
Visual Basic	Visual Basic (VB) 继承了 BASIC 的特点,可视化程序设计语言
C	功能丰富、表达能力强、应用面广、目标程序效率高,可移植性好的程序设计语言
C++	继承了 C 的特点,面向对象的程序设计语言
JAVA	当今最有活力、发展最快、最具有网络优势的编程语言

【例 9.1-21】 下面选项中,属于面向对象的程序设计语言是( )。

- (A) LISP (B) C++ (C) C (D) BASIC

答案:(B)。

### 4. 数据库

#### (1) 数据库

数据库是按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库。

数据库的特点主要有:数据结构化、共享性高、独立性强、冗余度低、易扩充。

#### (2) 数据库管理系统

数据库管理系统(Database Management System)是一种操纵和管理数据库的软件,用于建立、使用和维护数据库,简称 DBMS。它对数据库进行统一的管理和控制,以保证数据库的安全性和完整性。用户通过 DBMS 访问数据库中的数据,数据库管理员也通过 DBMS 进行数据库的维护工作。

【例 9.1-22】 数据库的特点主要有( )。

- (A) 数据结构化、共享性高、独立性弱、冗余度低  
(B) 数据结构化、共享性高、独立性强、冗余度低  
(C) 数据结构化、共享性高、独立性弱、冗余度大  
(D) 数据结构化、共享性高、独立性强、冗余度大

答案:(B)。

【例 9.1-23】 数据库管理系统(DBMS)属于( )。

- (A) 应用软件      (B) 编辑软件      (C) 会话软件      (D) 系统软件

答案:(D)。

### 9.1.10 数模转换和模数转换

随着数字技术,特别是计算机技术的飞速发展与普及,在现代控制、通信及检测等领域,为了提高系统的性能指标,对信号的处理广泛采用了数字计算机技术。由于系统的实际对象往往都是一些模拟量(如温度、压力、声音、图像等),要使计算机能识别、处理这些信号,必须首先将这些模拟信号转换成数字信号;而经计算机分析、处理后输出的数字量也往往需要将其转换为相应模拟信号才能为执行机构所接受。这样,就需要一种能在模拟信号与数字信号之间起桥梁作用的电路:模数和数模转换器。

将模拟信号转换成数字信号,称为模数转换(简称 A/D 转换);将数字信号转换为模拟信号称为数模转换(简称 D/A 转换);A/D 转换器和 D/A 转换器已成为计算机系统中不可缺少的接口电路。

A/D 转换和 D/A 转换在多媒体计算机中得到广泛应用,在数控加工技术的发展过程中,CAD/CAM(计算机辅助设计/计算机辅助制造)也发挥着重要的作用。

#### 练习题:

- 计算机能直接识别的语言是( )。
 

(A) 机器语言      (B) 汇编语言      (C) 高级语言      (D) 数据库查询语言
- 下列选项中,不属于外存储器的是( )。
 

(A) 硬盘      (B) 磁带      (C) ROM      (D) 光盘
- 与外存储器相比,内存储器( )。
 

(A) 存储量大,处理速度较快      (B) 存储量小,处理速度较快  
(C) 存储量大,处理速度较慢      (D) 存储量小,处理速度较慢
- 用于解决某种实际问题的程序系统及相应的技术文档资料称为( )。
 

(A) 汇编语言      (B) 机器语言      (C) 系统软件      (D) 应用软件
- 计算机系统正常运行必不可少的软件是( )。
 

(A) 系统软件      (B) 应用软件      (C) 字处理软件      (D) 程序设计语言
- 计算机体系结构的设计思想的设计人是( )。
 

(A) 图灵      (B) 冯·诺依曼      (C) 肖特      (D) 比尔·盖茨
- Visual Basic(VB)语言是一种( )。
 

(A) 机器语言      (B) 汇编语言      (C) 高级语言      (D) 符号语言
- 以下关于计算机语言的说法中,错误的是( )。
 

(A) 用汇编语言编写的符号程序,计算机不能直接执行  
(B) 高级语言与计算机硬件有关  
(C) 源程序是指用汇编语言及各种高级语言编写的程序  
(D) 机器语言由二进制代码组成
- 在 CPU 中运算器的组成部件有( )。
 

(A) ALU 和数据寄存器      (B) ALU 和专用寄存器  
(C) ALU、通用寄存器和 PC      (D) ALU 和控制部件
- 微型计算机中总线类型不包括( )。

(A)地址总线

(B)数据总线

(C)控制总线

(D)存储总线

参考答案:

1. A

2. C

3. B

4. D

5. A

6. B

7. C

8. B

9. A

10. D

## 9.2 信息表示

要求:了解多媒体数据在计算机内的表示、实数(浮点数)的表示,以及机器数、二进制的运算方法、信息安全和计算机病毒,重点应放在不同进制的数字转换、ASCII码、BCD码和存储器的容量单位。

### 9.2.1 不同进制及相互的转换

#### 1. 数制

数制也称进制,是指用一组固定的符号和统一的规则表示数值的方法。按进位的方法进行计数,称为进位数制,简称“进制”。

计算机采用二进制,人习惯采用十进制,为了人和计算机交互方便还引入了八进制和十六进制,这样避免直接使用二进制(数字位数过多)容易出错。

对于任何无符号任何进制数( $a_n \cdots a_1 a_0 a_{-1} \cdots a_{-m}$ ),可以表示成如下形式:

$$a_n \times r^n + \cdots + a_1 \times r^1 + a_0 \times r^0 + a_{-1} \times r^{-1} + \cdots + a_{-m} \times r^{-m}$$

其中, $a_i$ 表示各数位上的数码,取值范围为 $0 \sim r-1$ , $r$ 称为基数, $r^i$ 称为权。

(1)十进制数具有的特点

①有十个不同的数码符号 $0 \sim 9$ ,基数为10。

②每一个数码符号根据它在一个数中所处的位置(权),按“逢十进一”原则决定其实际代表的数值。

(2)二进制数具有的特点

①有两个不同的数码符号0和1,基数为2。

②每个数码符号根据它在一个数中的位置(权),按“逢二进一”原则决定其实际代表的数值。

(3)八进制数具有的特点

①有八个不同的数码符号 $0 \sim 7$ ,基数为8。

②每个数码符号根据它在一个数中的位置(权),按“逢八进一”原则决定其实际代表的数值。

(4)十六进制数具有的特点

①有16个不同的数码符号 $0 \sim 9$ 和A、B、C、D、E、F;(由于数字只有 $0 \sim 9$ 十个,而十六进制要用16个数码,所以用A~F六个英文字母分别表示 $10 \sim 15$ ),基数为16。

②每个数码符号根据它在一个数中的位置(权),按“逢十六进一”原则决定其实际的数据。

几种常用进位数制数如表9.2-1所示。

表 9.2-1 几种常用进位计数制数

十进制(D)	二进制(B)	八进制(O)	十六进制(H)	十进制(D)	二进制(B)	八进制(O)	十六进制(H)
0	0	0	0	8	1000	10	8
1	1	1	1	9	1001	11	9
2	10	2	2	10	1010	12	A
3	11	3	3	11	1011	13	B
4	100	4	4	12	1100	14	C
5	101	5	5	13	1101	15	D
6	110	6	6	14	1110	16	E
7	111	7	7	15	1111	17	F

## 2. 数制之间的转换

### (1) 十进制数转换成二进制数

整数部分除 2 取余, 小数部分乘 2 取整。

【例 9.2-1】将十进制数 29.625 转换成二进制数, 结果是( )。

(A) 11100.101      (B) 11101.101      (C) 11110.101      (D) 11101.11

答案:(B)。

解释:

整数部分

$$\begin{array}{l}
 29 \div 2 = 14 \cdots \cdots \text{余数为 } 1 \\
 14 \div 2 = 7 \cdots \cdots \text{余数为 } 0 \\
 7 \div 2 = 3 \cdots \cdots \text{余数为 } 1 \\
 3 \div 2 = 1 \cdots \cdots \text{余数为 } 1 \\
 1 \div 2 = 0 \cdots \cdots \text{余数为 } 1
 \end{array}$$

$$(29.625)_{10} = (11101.101)_2$$

小数部分

$$\begin{array}{l}
 0.625 \times 2 = 1.25 \cdots \cdots \text{整数为 } 1 \\
 0.25 \times 2 = 0.5 \cdots \cdots \text{整数为 } 0 \\
 0.5 \times 2 = 1.0 \cdots \cdots \text{整数为 } 1
 \end{array}$$

### (2) 二进制数转换成十进制数

将各位上的数字与它的位权相乘的积相加。例

$$(1101.11)_2 = (1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2})_{10} = (13.75)_{10}$$

### (3) 八进制数和二进制数相互转换

八进制数转换二进制数, 以小数点为界, 向左或向右的每一位八进制数用三位二进制数取代, 不足三位补零; 二进制数转换成八进制数, 以小数点为界, 向左或向右的每三位二进制数用相应的一位八进制数取代。

【例 9.2-2】将  $(714.431)_8$  转换成二进制数, 结果是( )。

(A) 111001100.100011001      (B) 111001100.10001101  
(C) 111001100.100011011      (D) 111001100.10001111

答案:(A)。

解释:

7

1

4

4

3

1



<u>111</u>	<u>001</u>	<u>100</u>		<u>100</u>	<u>011</u>	<u>001</u>
------------	------------	------------	--	------------	------------	------------

即  $(714.431)_8 = (111001100.100011001)_2$ 。

【例 9.2-3】 将  $(11101110.00101011)_2$  转换成八进制数结果是( )。

(A) 356.123                      (B) 356.126                      (C) 353.126                      (D) 353.123

答案:(B)。

解释:

<u>011</u>	<u>101</u>	<u>110</u>		<u>001</u>	<u>010</u>	<u>110</u>
3	5	6		1	2	6

即  $(11101110.00101011)_2 = (356.126)_8$ 。

(4) 十六进制与二进制的相互转换

十六进制数转换成二进制数,以小数点为界,向左或向右的每一位十六进制数用相应的四位二进制数取代,不足四位补零;二进制数转换成十六进制数,以小数点为界,向左或向右的每四位二进制数用相应的一位十六进制数取代。

【例 9.2-4】 将  $(1AC0.6D)_{16}$  转换成二进制数,结果是( )。

(A) 1101011000000.0110101                      (B) 1101011000000.01101111

(C) 1101011000000.0110111                      (D) 1101011000000.01101101

答案:(D)。

解释:

1	A	C	0		6	D
<u>0001</u>	<u>1010</u>	<u>1100</u>	<u>0000</u>		<u>0110</u>	<u>1101</u>

即  $(1AC0.6D)_{16} = (1101011000000.01101101)_2$ 。

【例 9.2-5】 将  $(10111100101.00011001101)_2$  转换为十六进制数,结果是( )。

(A) 5E5.19A                      (B) 5E5.195                      (C) 5D5.19A                      (D) 5D5.195

答案:(A)。

解释:

<u>0101</u>	<u>1110</u>	<u>0101</u>		<u>0001</u>	<u>1001</u>	<u>1010</u>
5	E	5		1	9	A

即  $(10111100101.00011001101)_2 = (5E5.19A)_{16}$ 。

八进制和十六进制的基数分别是 2 的整数次幂,因此,八进制和十六进制数可以非常方便和二进制数互相转换,且八进制和十六进制数阅读和书写简单。实际上,计算机采用二进制,人习惯采用十进制,而八进制和十六进制是人们为了避免直接使用二进制容易出错采用的。当需要把十进制数转换成八进制和十六进制数时,可借助二进制数。归纳转换方法如图 9.2-1 所示。

【例 9.2-6】 下列各数值中最大的是( )。

(A)  $(327)_8$                       (B)  $(214)_{10}$                       (C)  $(11010101)_2$                       (D)  $(D8)_{16}$

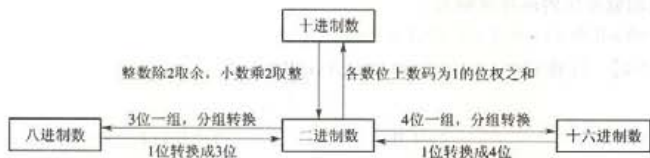


图 9.2-1 数值转换方法归纳

答案:(D)。

解释:都化成二进制。(A)  $(327)_8 = 11010111$ , (B)  $(214)_{10} = 11010110$ , (D)  $(D8)_{16} = 11011000$ 。

比较4个二进制数即可。

### 3. 二进制数操作的优点及运算方法

#### 1) 二进制数操作的优点

- ①技术上容易实现。
- ②运算规则简单。
- ③方便逻辑运算。
- ④机器可靠性高。
- ⑤通用性强。

#### 2) 二进制数运算方法

##### (1) 二进制数的算术运算

二进制数的算术运算与十进制数的算术运算一样,也有加、减、乘、除四则运算,只是运算规则更简单。

##### ① 二进制数加法的运算规则为:

$$0+0=0, 0+1=1, 1+0=1, 1+1=10$$

【例 9.2-7】 计算  $1001+11=?$  和  $1011.01+1.101=?$

解

$$\begin{array}{r} 1001 \\ +) 11 \\ \hline 1100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1011.01 \\ +) 1.101 \\ \hline 1100.111 \end{array}$$

$$1001+11=1100, \quad 1011.01+1.101=1100.111$$

##### ② 二进制数减法的运算规则为:

$$0-0=0, 1-0=1, 1-1=0, 10-1=1$$

【例 9.2-8】 计算  $1101-111=?$  和  $1011.101-10.11=?$

解

$$\begin{array}{r} 1101 \\ -) 111 \\ \hline 110 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1011.101 \\ -) 10.11 \\ \hline 1000.111 \end{array}$$

$$1101-111=110, \quad 1011.101-10.11=1000.111$$

③二进制数乘法的运算规则为:

$$0 \times 0 = 0, 0 \times 1 = 0, 1 \times 0 = 0, 1 \times 1 = 1$$

【例 9.2-9】 计算  $110 \times 101 = ?$  和  $1101.1 \times 10.1 = ?$

解

$$\begin{array}{r} 110 \\ \times) 101 \\ \hline 110 \\ 000 \\ +) 110 \\ \hline 11110 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1101.1 \\ \times) 10.1 \\ \hline 11011 \\ 00000 \\ +) 11011 \\ \hline 100001.11 \end{array}$$

$$110 \times 101 = 11110, 1101.1 \times 10.1 = 100001.11$$

④二进制数除法的运算规则为:

$$0 \div 1 = 0, 1 \div 1 = 1$$

【例 9.2-10】 计算  $110010 \div 101 = ?$  和  $1101.11 \div 101.1 = ?$

解

$$\begin{array}{r} 1010 \\ 101 \overline{) 110010} \\ \underline{101} \phantom{0} \\ 101 \phantom{0} \\ \underline{101} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \end{array} \quad \begin{array}{r} 10.1 \\ 1011 \overline{) 11011.1} \\ \underline{1011} \phantom{.1} \\ 101 \phantom{.1} \\ \underline{101} \phantom{.1} \\ 0 \phantom{.1} \end{array}$$

$$110010 \div 101 = 1010, 1101.11 \div 101.1 = 10.1$$

(2) 二进制数的逻辑运算

二进制逻辑运算有“与”、“或”、“非”、“异或”。

①“与”运算(AND)的运算符号用“ $\cdot$ ”表示。运算规则为:

$$0 \cdot 0 = 0, 0 \cdot 1 = 0, 1 \cdot 0 = 0, 1 \cdot 1 = 1$$

【例 9.2-11】 计算  $11011001 \cdot 11110000 = ?$

解

$$\begin{array}{r} 11011001 \\ \text{AND) } 11110000 \\ \hline 11010000 \end{array}$$

$$11011001 \cdot 11110000 = 11010000$$

②“或”运算(OR)的运算符号用“ $+$ ”表示。运算规则为:

$$0 + 0 = 0, 0 + 1 = 1, 1 + 0 = 1, 1 + 1 = 1$$

【例 9.2-12】 计算  $11011001 + 00001111 = ?$

解

$$\begin{array}{r} 11011001 \\ \text{OR) } 00001111 \\ \hline 11011111 \end{array}$$

$$11011001 + 00001111 = 11011111$$

③“非”运算(NOT)的运算符用“ $\bar{\quad}$ ”表示。运算规则为:

$$\bar{0} = 1, \bar{1} = 0$$

【例 9.2-13】 计算  $\bar{1011} = ?$

解  $\bar{1011} = 0100$

④“异或”运算(XOR)的运算符用“ $\oplus$ ”表示。运算规则为:

$$0 \oplus 0 = 0, 0 \oplus 1 = 1, 1 \oplus 0 = 1, 1 \oplus 1 = 0$$

【例 9.2-14】 计算  $11011000 \oplus 10111000 = ?$

解

$$\begin{array}{r} 11011000 \\ \text{XOR) } 10111000 \\ \hline 01100000 \end{array}$$

$$11011000 \oplus 10111000 = 01100000$$

注意:逻辑运算,只是本位数的运算,没有进位和借位的问题,不影响高位和低位。

## 9.2.2 数值数据在计算机中的表示

一个用于计算的数据在计算机内的表示形式,称为机器数。

### 1. 整数的表示

#### 1) 无符号整数

所有二进制代码都用来表示数值,有 8 位、16 位、32 位和 64 位。

8 位二进制代码表示范围 00000000 到 11111111,对应十进制数 0 到  $255(2^8 - 1)$ 。

#### 2) 有符号整数

在计算机中只能用数字表示数的正、负,并规定用“0”表示正号,用“1”表示负号。例如,当用一个字节存储整数时,形式为  $D_7 D_6 D_5 D_4 D_3 D_2 D_1 D_0$ 。

其中  $D_7$  是符号位,如  $(01011010)_2$  应为十进制整数 +90,而  $(11011010)_2$  则应为 -90。这样数字和符号都用二进制代码表示,这种表示数的方法称为编码,常用的编码有原码、反码和补码。

#### (1) 原码

原码是机器数的最简单表示方法。其符号位为 0 表示正数、为 1 表示负数,其他位是数的绝对值。设有数为  $X$ ,则原码记作  $[X]_{\text{原}}$ 。例如:

$$X_1 = +1100110, \text{ 则 } [X_1]_{\text{原}} = 01100110$$

$$X_2 = -1100110, \text{ 则 } [X_2]_{\text{原}} = 11100110$$

#### (2) 反码

机器数的反码可由原码得到。正数的反码与原码相同,负数的反码为原码除符号位外将其余各位按位求反,即 1 变为 0,0 变为 1。例如:

$$X_1 = +1010110, [X_1]_{\text{原}} = 01010110, [X_1]_{\text{反}} = 01010110$$



$$X_2 = -1001010, [X_2]_{原} = 11001010, [X_2]_{反} = 10110101$$

(3) 补码

正数的补码与原码相同,负数的补码等于其反码在最低位加1。例如:

$$[X_1]_{原} = 01100110, [X_1]_{反} = 01100110, [X_1]_{补} = 01100110$$

$$[X_2]_{原} = 11100110, [X_2]_{反} = 10011001, [X_2]_{补} = 10011010$$

【例 9.2-15】 已知  $[X]_{原} = 10100110$ , 求  $[X]_{补} = ( )$ 。

- (A) 10100110      (B) 01011001      (C) 11011001      (D) 11011010

答案:(D)。

原码和反码都有两个零,分别是正零和负零。补码只有一个零,同样的字长用补码比原码和反码表示的数值范围大,它能多表示一个数。例如,字长 8 位表示的数值范围如下:

原码:  $-127, -126, \dots, -1, -0, 0, 1, \dots, 127$

反码:  $-127, -126, \dots, -1, -0, 0, 1, \dots, 127$

补码:  $-128, -127, -126, \dots, -1, 0, +1, \dots, 127$

假定机器字长为 16 位,符号占 1 位,数值部分占 15 位,则采用原码的机器数,其表示范围是:  $-32767 \sim +32767(2^{15} - 1)$ ; 采用补码的机器数,其表示范围是:  $-32768 \sim +32767(2^{15} - 1)$ 。

(4) BCD 码

BCD 码又称二—十进制编码(Binary-Coded Decimal)。

计算机采用二进制,但是二进制不直观,计算机的输入和输出通常用十进制。这样的十进制,可以用二进制编码来表示,BCD 码是一种非常直观的编码。

这种编码是把十进制数的每一位分别表示成四位二进制数形式的编码。

例如,十进制数 10 的 BCD 码为 00010000; 825 的 BCD 码为 100000100101。

【例 9.2-16】 十进制数 9761 的 BCD 码是( )。

- (A) 1001011101101      (B) 10010111011001  
(C) 100101110110001      (D) 1001011101100001

答案:(D)。

## 2. 实数(浮点数)的表示

在科学计算中多采用浮点数。

任何一个浮点数都可以表示为一个纯小数和一个乘幂之积。如:

$$38.815 = 10^2 \times (0.38815)$$

$$-255.123 = 10^3 \times (-0.255123)$$

$$0.00123 = 10^{-2} \times (0.123)$$

二进制也是这样。如:

$$1010.01 = 2^{100} \times (0.101001)$$

$$-0.00011001 = 2^{-011} \times (-0.11001)$$

浮点数由两部分组成:一部分是阶码,表示指数;另一部分是尾数,表示有效数字。

浮点数在机器中的形式为:

阶符	阶码	数符	尾数
----	----	----	----

↑  
隐含的小数点

由尾数部分隐含的小数点位置可知,尾数总是小于1的数字,它给出该浮点数的有效数字。数符指示该浮点数的正负。阶码总是整数,它确定小数点浮动的位数。若阶符为正,则向右移动;若阶符为负,则向左移动。浮点数要求尾数中第1位数不能为零(靠修改阶码保证),这样的数称规格化浮点数。

### 9.2.3 ASCII 码和汉字编码

#### 1. ASCII 码

文本字符普遍采用 ASCII 码(American Standard Code for Information Interchange,即美国信息交换用标准代码)。它原为美国国家标准,后被 ISO 和 CCITT 等国际组织采用。

7 位版本的 ASCII 码有 128 个元素,用 7 个二进制位,共有  $128(2^7)$  个编码。在 7 位版本的 ASCII 编码中一个字节的最高位存 0,编码数值范围  $(0000000 \sim 01111111)_2$ ,用 16 进制表示编码数值范围  $(0 \sim 7F)_{16}$ ,用 10 进制表示编码数值范围  $(0 \sim 127)_{10}$ ,这些编码也简称 ASCII 码或 ASCII 值。在编码对应的 128 个字符中通用控制字符 33 个,阿拉伯数字 10 个,大小写英文字母 52 个,标点符号和运算符号 33 个。其特点如下。

①大写字母 A~Z 的 ASCII 码是  $01000001 \sim 01011010$ ,写成十六进制为  $41H \sim 5AH$ ,写成十进制为  $65 \sim 90$ 。

②小写字母 a~z 的 ASCII 码是  $01100001 \sim 01111010$ ,写成十六进制为  $61H \sim 7AH$ ,写成十进制为  $97 \sim 122$ 。

③数字字符 0~9 的 ASCII 码是  $00110000 \sim 00111001$ ,写成十六进制为  $30H \sim 39H$ ,写成十进制为  $48 \sim 57$ 。

④常用 ASCII 码的大小规则: $0 \sim 9 < A \sim Z < a \sim z$

【例 9.2-17】下列字符中,ASCII 码值最小的是( )。

(A)A (B)a (C)Z (D)x

答案:(A)。

【例 9.2-18】已知英文字母 a 的 ASCII 码是十六进制数  $61H$ ,那么字母 d 的 ASCII 码是( )。

(A) $34H$  (B) $54H$  (C) $24H$  (D) $64H$

答案:(D)。

解释:这里 H 表示是 16 进整数,在 ASCII 码中字母有序,字母 d 比字母 a 大 3,可计算出字母 d 的 ASCII 码是  $64H$ 。

【例 9.2-19】计算机中,用 4 个二进制位,给字符编码,最大值是( )。

(A)32 (B)31 (C)16 (D)15

答案:(D)。

解释:4 位字符编码的位样式从 0000 到 1111,从 0 到  $15(2^4 - 1)$ ,最小值是 0,最大值是 15,最多可以给  $16(2^4)$  个字符编码。

#### 2. 汉字编码

解决汉字的输入、输出以及汉字处理等问题的关键是解决汉字编码问题。由于汉字是象形文字,数目很大,再加上汉字的形状和笔画多少差异极大,因此不可能用少数几个确定的符号将汉字完全表达出来,或像英文那样拼写出来。汉字必须有自己独特的编码。汉字编码包括汉字输入码、汉字内部码、汉字交换码、汉字字形码等。

### (1) 汉字输入码

汉字输入码也称外码,是为将汉字输入到计算机设计的代码。汉字输入码种类较多,选择不同的输入码方案,则输入的方法及按键次数、输入速度均有所不同。综合起来,汉字输入码可分为流水码、拼音类输入法、拼形类输入法和音形结合类输入法等几大类。

### (2) 汉字内部码

汉字内部码又称汉字机内码或汉字内码,是计算机内部汉字的存储、加工处理和传输使用的统一代码。计算机接收到外码后,要转换成内码进行处理和传送。1个汉字的内码用两个字节表示,且为了和西文符号区分,在两个字节的最高位分别置为“1”。内码通常用汉字在字库中的物理位置表示,即内码是汉字在字库中的序号或存储位置。

### (3) 汉字交换码

汉字交换码是国家规定的用于汉字处理及传送使用的代码。此代码标准为 GB 2312—80,即《信息交换用汉字编码字符集·基本集》,又称国标码。此标准规定了信息交换用的 7 445 个图形字符,其中 6 763 个汉字和 682 个非汉字符号(包括几种外文字母、数字和符号)的代码。

国标码规定,每个汉字用两个字节表示,每个字节仅用低 7 位,最高位为 0。汉字的国标码和内码有一一对应的关系,即将最高位加 1,国标码就变为内码。

### (4) 汉字字形码

汉字字形码用于汉字的显示和打印,又称输出码。汉字字形原来是指铅字排版汉字的大小和形状,在计算机中指组成汉字的点阵,即以点阵方式形成汉字。尽管汉字字形有多种,笔画多少不一,但都是方块字,都可以写在同样的方块中。把一个方块看成  $m$  行  $n$  列矩阵,共有  $m \times n$  个点,称为汉字点阵。如  $16 \times 16$  点阵的汉字,共有 256 个点。

## 9.2.4 多媒体数据在计算机内的表示

多媒体的数据类型可以分为文本、图形、图像、动画、视频、声音等。

### 1. 多媒体

所谓“多媒体”(Multi-media),可简单地理解为:一种以交互方式将文本、图形、图像、音频、视频等多种媒体信息,经过计算机设备的获取、操作、编辑、存储等综合处理后,以单独或合成的形态表现出来的技术和方法。特别是,它将图形、图像和声音结合起来表达客观事物,在方式上非常生动、直观、易被人们接受。

人们熟悉的报纸、杂志、电影、电视、广播等,都是以它们各自的媒体进行信息传播。有些是以文字作媒体,有些是以声音作媒体,有些是以图像作媒体,有些是以图、文、声、像作媒体。以电视为例,虽然它也是以图、文、声、像作媒体,但它与多媒体系统存在明显的区别:第一,电视观赏的全过程均是被动的,而多媒体系统为用户提供了交互特性,极大地调动了人的积极性和主动性;第二,人们过去熟悉的图、文、声、像等媒体几乎都是以模拟量进行存储和传播的,而多媒体是以数字量的形式进行存储和传播的。

多媒体具有集成性、交互性和多样化三个关键特性。

### 2. 多媒体的关键技术

多媒体计算机系统要求具有综合处理声、图、文信息的能力。为了达到满意的效果,要求实时地处理大量数字化视频、音频信息,如一幅  $640 \times 480$  单色显示(黑白)需要  $640 \times 480$  bit 的存储空间(每个像素用 1 个二进制位存储,对应一个亮点),占 37.5 KB。如果 1 个像素要有



4 种颜色,那么就需要 2 个二进制位存储(图像的颜色用多少位二进制数表示称为图像的颜色深度或像素颜色的深度),如果用 1 个字节表示 1 个像素最多可以有 256 种颜色。这时,一幅  $640 \times 480$  的彩色图像数据量每帧为 300 KB,如果是运动图像,要以每秒 30 帧的速度播放时,则视频信号传输速率约为 8.8 MB/秒。如果把这样差的视频存放在 600 MB 的光盘中,大约播放 1 分钟。对于音频信号,以激光唱片 CD-DA 声音数据为例,如果采样频率为 44.1 kHz(每秒取样 44 100 次),采样点量化为 16 bit(16 位是常用的采样精度,即每次取样用 2 个字节存储)双通道(2 个声道的信息)立体声,1.44 MB 的软磁盘只能存放 8 秒的数据。综上所述,视频和音频信号数据量大,同时传输速度要求高。考虑到目前微机无法满足以上的要求,因此,对多媒体信息必须进行实时的压缩和解压缩。

【例 9.2-20】在多媒体计算机系统中,图像的颜色用多少位二进制数表示称为图像的( )。

- (A)颜色亮度      (B)颜色灰度      (C)颜色深度      (D)颜色质量

答案:(C)。

目前主要有三大编码及压缩标准。

#### (1)JPEG(Joint Photographic Experts Group)标准

JPEG 制定于 1986 年,是第一个图像压缩国际标准,主要针对静止图像(静态图像压缩标准)。该标准制定了有损和无损两种压缩编码方案。广泛应用于多媒体 CD-ROM(只读光盘)、彩色图像等方面。JPEG 对单色和彩色图像的压缩比通常分别为 10:1 和 15:1。

#### (2)MPEG(Moving Picture Experts Group)标准

这个标准实际上是数字电视标准(动态图像压缩标准),它包括三个部分:MPEG-Video、MPEG-Audio 及 MPEG-System。MPEG 是针对 CD-ROM 式有线电视(Cable-TV)传播的全动态影像,它严格规定了分辨率、数据传输速率和格式,MPEG 的平均压缩比为 50:1。MPEG-1 的传输速率约为 1.5 Mbps(1.5 Mb/s)。MPEG-2 的设计目标是在一条线路上传输更多的有线电视信号,它采用更高的数据传输速率,以求达到更好的图像质量。MPEG-System 是处理音频和视频的复合和同步。MPEG-1 的适用范围很广泛,如多媒体 CD-ROM、硬盘、可读写光盘、局域网和其他通信通道。

#### (3)H.261 标准

这是 CCITT 关于视像和声音的双向传输标准。这个标准又称为 P×64 标准。P×64 表示 P×64 Kbps,P 是一个可变的参数,其中 P 的值为 1 到 30。P=1 或 P=2,适用于可视电话,P≥6 适合于电视会议。可见,该标准是以 64 Kbps 的整数倍作为传输速率的。

### 3. 声音

声音数字化:声音(空气振动)→模拟音频(麦克、电路)→数字音频(采样、模数转换、编码)。

数字化声音还原:数字音频(编码)→模拟音频(数模转换、软件、电路)→声音(喇叭)

#### (1)采样频率和编码

采样频率指单位时间内的采样次数。根据采样定理,语音信号的采样频率是语音所必需的频率宽度(最高频率)的 2 倍以上。人耳可听到的频率为 20 Hz~22 kHz 的声音,所以对声频卡来讲,其采样频率为最高频率 22 kHz 的 2 倍以上,即采样频率应在 44 kHz 以上。目前的声频卡的采样频率一般采用 44.1 kHz、48 kHz 或更高。



采样值的编码位数指记录每次采样值使用的二进制编码位数。而二进制编码位数直接影响还原声音的质量。当前声频卡有 8 位、16 位和 32 位三种,声频卡的采样值的编码位数越长,声音还原的质量越好。

### (2) 声频卡的关键技术

声频卡的关键技术包括:数字音频、音乐合成、MIDI 与音效。

①数字音频必须具有大于或等于 44.1 kHz 的采样频率、16 位的分辨率录制和播放信号的基本功能。这是衡量声频卡性能的主要标准。数字音频还要具有压缩声音信号的能力。最常用的压缩方法是自适应脉冲代码调制(ADPCM)法,另外也有不少声频卡采用 DSP + ADC 方案(数字信号处理芯片 + A/D 转换器)。

②音乐合成主要有两种合成技术:FM 合成和波形表合成。FM 合成是通过硬件产生正弦信号,再经过处理合成乐音。而波形表的合成原理,是在 ROM 中已存储各种实际乐器的声音样本,样本越多合成质量越高。

③MIDI 是数字音乐的国际标准,几乎所有的多媒体计算机都遵循这个标准。MIDI(Musical Instrument Digital Interface)也称电子乐器数字接口,它规定了不同厂家的电子乐器和计算机连接的方案和设备间数据传输的协议。

④音效是最近 IC 工业中数字声音信号处理技术的结晶。已经有不少的声频卡采用了音效芯片,从硬件上实现回声、混响、和声等,使声频卡更为完美。

【例 9.2-21】通常,将模拟信号的声音信息称为( )。

- (A) 音频                      (B) 模拟音频                      (C) 数字音频                      (D) 声音

答案:(B)。

【例 9.2-22】在数字音频信息获取过程中,正确的顺序是( )。

- (A) 模数转换、采样、编码                      (B) 采样、编码、模数转换  
(C) 采样、模数转换、编码                      (D) 采样、数模转换、编码

答案:(C)。

## 9.2.5 存储器的容量单位

存储器可容纳的二进制信息量称为存储容量,一个二进制位(bit)只有两种状态,它是构成存储器的最小单位。实际上,存储器是由二进制位的线性排列构成的。为了存取指定位置的数据,通常将每 8 位二进制位组成一个存储单元,称为字节(Byte),字节是存储器的基本单位。

字是多个字节组成,在微机中,将 1 个字规定为 2 个字节,在 16 位微机中采用 16 位的字进行运算,双字是 2 个字,在 32 位微机中采用 32 位的双字进行运算,四字是 2 个双字。机器字长是计算机的硬件指标,指同时传输和运算的二进制位数。

常用的存储容量单位还有:KB(千字节)、MB(兆字节)、GB(千兆字节)和 TB(万亿字节)等,它们之间的关系为:

$$1\text{B} = 1 \text{ 字节 (Byte)} = 8 \text{ 个二进制位 (bit)}$$

$$1\text{KB} = 2^{10}\text{B} = 1024\text{B}$$

$$1\text{MB} = 2^{20}\text{B} = 2^{10} \text{KB} = 1024 \text{KB}$$

$$1\text{GB} = 2^{30}\text{B} = 2^{10} \text{MB} = 1024 \text{MB}$$

1TB =  $2^{40}$  B =  $2^{10}$  GB = 1024 GB

1PB =  $2^{50}$  B =  $2^{10}$  TB = 1024 TB

1EB =  $2^{60}$  B =  $2^{10}$  PB = 1024 PB

1ZB =  $2^{70}$  B =  $2^{10}$  EB = 1024 EB

1YB =  $2^{80}$  B =  $2^{10}$  ZB = 1024 ZB

【例 9.2-23】 计算机中数据存储的最小单位是( )。

(A) bit (B) BYTE (C) WORD (D) CHAR

答案:(A)。

## 9.2.6 计算机病毒

计算机病毒实际上是一组具有特殊性质的程序代码,计算机运行了这样的程序代码后,或是出现一个小的恶作剧,或是产生一些恶意的结果,如破坏系统文件、造成系统无法运行、删除用户的数据、非法侵入内部数据库偷窃或篡改数据等等。

### 1. 计算机病毒的概念

随着计算机病毒的一次一次泛滥,世界各国对计算机领域里出现的这一恶魔非常重视,纷纷从立法的角度对计算机病毒这一概念作出明确的界定。在《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》中指出:计算机病毒是在计算机程序中插入的破坏计算机功能或者破坏数据,影响计算机使用并且能够自我复制的一组计算机指令或者程序代码。从事计算机技术的专业人员,往往从计算机病毒程序的特点去界定计算机病毒。

### 2. 计算机病毒的特征

目前,世界上出现的计算机病毒有近万种之多,尽管发作时现象不相同,但是它们都有共同的特点。

①非授权执行性:它隐藏在合法的程序和数据中,伺机取得系统的控制权,非授权执行。

②传染性:计算机病毒的自我复制,被人们形象称之为“传染”。传染性是计算机病毒的一个重要标识,也是确定一个程序是否为计算机病毒的首要条件。

③寄生性:病毒程序一般不独立以文件形式存在,而是寄生在磁盘系统区或文件中(依附)。

④潜伏性:侵入计算机的病毒程序可以潜伏在合法文件中,在条件不具备时,它在系统中没有明显特征。

⑤破坏性:不同类型的计算机病毒,它的破坏性也各不相同,有的计算机病毒仅干扰软件的运行;有的无限制地侵占系统资源;有的可以毁掉部分数据或程序甚至使整个系统瘫痪。

可触发性:潜伏下来的计算机病毒,一旦满足一定的触发条件便表现出破坏作用。

【例 9.2-24】 下列关于计算机病毒的说法正确的是( )。

(A) 计算机病毒不能发现 (B) 计算机病毒能自我复制  
(C) 计算机病毒会感染计算机用户 (D) 计算机病毒是危害计算机的生物病毒

答案:(B)。

### 3. 计算机病毒的分类

①引导区型计算机病毒:引导区病毒会感染启动盘的引导区,先于操作系统加载。

②文件型计算机病毒:文件型病毒传染的对象主要是 COM 和 EXE 文件。

③混合型计算机病毒:指具有引导型病毒和文件型病毒寄生方式的计算机病毒。

④宏病毒:是一种寄存在文档或模板的宏中的计算机病毒。

⑤特洛伊木马病毒:名称取自希腊神话,它是一种可以实现远程控制的黑客工具。

⑥时间炸弹和逻辑炸弹:逻辑炸弹和时间炸弹,它是当满足条件时破坏数据和应用程序的病毒。

⑦蠕虫病毒:该病毒利用 Internet 网络的缺点,可以自动地进入网络中的各个计算机,并迅速地复制自己,使网络堵塞和瘫痪。

【例 9.2-25】 下列感染 EXE 或 COM 等类的可执行文件的病毒是( )。

(A) 引导区型计算机病毒 (B) 网络病毒

(C) 宏病毒 (D) 文件型病毒

答案:(D)。

#### 4. 计算机病毒的防治

预防计算机病毒,最有效的方法是守住“病从口入”关。这里的“病”是计算机病毒,这里的“口”是“软盘驱动器口”、“光盘驱动器口”、“网络端口”、“USB 口”等一切计算机输入端口。

(1) 不用盗版软件

一般认为,盗版软件是计算机病毒的主要携带者,使用盗版软件极易遭受计算机病毒的侵入。

(2) 注意对 Internet 网络病毒的防范

对经常需要上网的计算机,可以安装网络实时监控杀毒软件,动态监视软盘、硬盘、网络以及 Email 中可能出现的病毒。

(3) 注意 U 盘、软盘的使用

U 盘是目前使用较多的一种移动存储设备,应增加防范病毒的意识,在装有重要数据的计算机系统中,使用前应该对 U 盘进行查杀病毒的工作,对来历不明的 U 盘尽量不使用。

软盘是计算机之间交换信息时使用的一种载体,一般情况,只要不是向软盘写数据,都要使软盘处于写保护状态,这样做可以最大限度地避免计算机病毒的交叉感染。

消除计算机病毒。现在的计算机病毒的藏身之术非常狡猾,甚至到了防不胜防地步。计算机系统一旦感染了病毒也绝非不可就药。反病毒机构研制了大量的杀毒软件,如:瑞星、诺顿、卡巴斯基、KV、KILL 等,可以消除计算机病毒。应当指出的是,如果把计算机感染上病毒比喻为计算机“得病”,那么杀毒软件就可以比喻为治病的“药”。出现一种新的病,就要研制一种新的药,“药”总是滞后于“病”的。从这个道理上讲,计算机病毒的防范工作应该采取“以防为主,以治为辅”的原则。

【例 9.2-26】 为了防止计算机病毒的传染,应该做到( )。

(A) 干净的 U 盘不要与来历不明的 U 盘放在一起

(B) 不要复制来历不明的 U 盘上的程序

(C) 长时间不用的 U 盘要经常格式化

(D) 对 U 盘上的文件要经常重新复制

答案:(B)。

### 9.2.7 信息安全

#### 1. 信息安全概念

信息安全是指网络的硬件、软件及其系统中的数据受到保护,不受偶然的或者恶意的原因



而遭到破坏、更改、泄露,系统连续可靠正常地运行,信息服务不被中断。

信息不安全的原因有:操作错误、供电不正常、硬件失效和计算机病毒。

①操作错误:比如错误删除有用数据,格式化了有用磁盘等。

②供电不正常:突然断电、电压不稳、雷电入侵计算机等。

③硬件失效:电子器件老化、硬盘划盘等。

这样就要求用户养成好的计算机使用习惯,谨慎操作计算机。计算机工作时不要震动计算机,防止划盘。微机通电以后,除了USB设备,不可插、拔其余任何系统部件(如插拔显示器等的电源插头及信号连接线),防止造成主机器件的损坏。不要带电开箱检修,以免造成不必要的器件损坏。目前微机内部都配有开关式稳压电源,但在电网波动较大的地区,最好还是要使用外接的交流稳压器。

## 2. 信息保密

为了信息的保密常用加密和解密技术。

早期的加密方法(也称传统加密技术)有替换密码和换位密码。

替换密码,用密文字母替换明文字母。

换位密码,明文的字母保持相同,但顺序被打乱了。

现实的加密技术有以下几种。

①对称加密技术。在对称加密算法中,数据发送方将明文(原始数据)和加密密钥一起经过特殊加密算法处理后,使其变成复杂的加密密文发送出去。接收数据方收到密文后,需要使用加密用过的密钥及相同算法的逆算法对密文进行解密,才能使其恢复成可读明文。在对称加密算法中,使用的密钥只有一个。

②密钥加密技术。在公共密钥机制中,每个用户产生两个相关的密钥。一个由用户私下保存,另一个放于公共区。数据发送方将明文用公开密钥对信息加密,发送加密后的密文,接收数据方收到信息后,可以用私存的密钥对信息解密。

③数字签名:采用双重加密的方法来实现,作用是,接收者能够核实发送者的签名,发送者不能对签名进行抵赖,接收者不能伪造发送者的签名。实现防伪、防赖。

## 3. 计算机犯罪

计算机犯罪,就是在信息活动领域中,利用计算机信息系统或计算机信息知识作为手段,或者针对计算机信息系统,对国家、团体或个人造成危害,依据法律规定,应当予以刑罚处罚的行为。

【例9.2-27】对计算机软件正确的态度是( )。

- (A) 计算机软件不需要维护
- (B) 计算机软件只要能复制得到就不必购买
- (C) 受法律保护的计算机软件不能随便复制
- (D) 计算机软件不必有备份

答案:(C)。

解释:计算机软件需要维护,保证正常运行。受法律保护的计算机软件不能随便复制,不能侵犯版权。为了很好使用软件,应该做好备份。

## 4. 信息化的主要技术支柱

信息化的主要技术支柱是计算机技术、通信技术和网络技术。



练习题:

- ASCII 码用于表示( )。  
(A)模拟 (B)字符 (C)数字 (D)数模
- 计算机病毒所没有的特点是( )。  
(A)隐蔽性 (B)潜伏性 (C)传染性 (D)广泛性
- 将十进制数 139 转换成的二进制数是( )。  
(A)10001010 (B)10001111 (C)10001011 (D)10001100
- 在计算机存储中,1 GB 表示( )。  
(A)1 000 KB (B)1 024 KB (C)1 000 MB (D)1 024 MB
- 计算机中数据存储的基本单位是( )。  
(A)BIT (B)BYTE (C)WORD (D)CHAR
- 十六进制的基符共有( )。  
(A)16 个 (B)10 个 (C)2 个 (D)8 个
- 将 $(1110111.11)_2$ 表示成十六进制数是( )。  
(A)77.C (B)77.3 (C)E7.C (D)E7.3
- 下列说法中,错误的是( )。  
(A)字节是存储器存储信息的基本单位 (B)一个字节由八位二进制码组成  
(C)一个二进制码称为“位” (D)内存容量用“位”(bit)作单位
- 计算机内部使用的数是( )。  
(A)十进制数 (B)二进制数 (C)八进制数 (D)十六进制数
- 计算机如果按字节编址,则一个存储单元占( )。  
(A)8 个字节 (B)1 个字节 (C)16 个二进制 (D)32 个二进制

参考答案:

1. B      2. D      3. C      4. D      5. B      6. A  
7. A      8. D      9. B      10. B

## 9.3 常用操作系统

要求:了解 Windows 操作系统的发展、作业管理、Windows XP 中的网络应用,重点应放在进程管理、存储管理、设备管理和文件管理,注意理解其中的概念,结合例题加深对概念的认识。

### 9.3.1 Windows 操作系统的发展

Microsoft Windows 是一个强大的图形界面操作环境,它的推出使计算机的操作方式发生了革命性的变化。利用它,用户可以更简单、灵活、方便地使用计算机。其发展历程如表 9.3-1 所示。

表 9.3-1 Windows 操作系统的发展

年份	版本
1985 年	Windows 1.0

续表

年份	版本
1987 年	Windows 2.0
1990 年	Windows 3.0
1992 年	Windows 3.1
1993 年	Windows NT 3.1
1994 年	Windows 3.11, Windows NT 3.5
1995 年	Windows95, Windows NT 3.51
1996 年	Windows NT 4.0
1998 年	Windows 98
2000 年	Windows 2000, Windows Me
2001 年	Windows XP
2006 年	Windows Vista

操作系统(简称 OS)是一个庞大的管理控制程序,包括 5 个方面的管理功能:进程与处理机管理、存储管理、文件管理、设备管理、作业管理。

### 9.3.2 进程与处理机管理

进程管理主要是对处理机(CPU)进行管理。CPU 是计算机系统中最宝贵的硬件资源。为了提高它的利用率,现代操作系统都采用了多道程序技术。如果一个程序因等待某一条件而不能运行时,就把处理机占用权转交给另一个可运行的程序。或者出现了一个比当前运行的程序更重要的可运行的程序时,后者应能抢占 CPU,这一切都由进程管理来完成。

【例 9.3-1】在操作系统中,进程管理的主要目的是( )。

- (A) 实现程序的安装、卸载                      (B) 提高主存的利用率  
(C) 为外部设备安装驱动程序                  (D) 提高 CPU 的利用率

答案:(D)。

#### 1. 进程的四个基本特征

根据一定的策略将处理器交替地分配给系统内等待运行的程序。其特点是具有动态性、并发性、独立性和异步性四个基本特征。

- ①动态性:进程实体的一次执行过程,具有生命周期,而程序是有序指令集合,是静态的。
- ②并发性:多个进程同时存于内存,在一段时间内同时运行。
- ③独立性:进程实体是一个能独立运行、独立分配资源和独立接受调度的基本单位。
- ④异步性:进程按各自独立的、不可预知的速度向前推进。

#### 2. 线程

线程是为提高资源利用率和系统吞吐量,减少并发执行时付出的时间开销而引入的线程的属性如下。

①相应速度快,线程基本不拥有资源(进程是资源分配的单位,进程有自己的资源),除了能保证独立运行的资源。

②共享进程资源。

③线程是比进程更小的能独立运行的基本单位,创建和调度更为方便。

④可并发执行。

线程分为用户线程和内核线程。

【例 9.3-2】 在操作系统的进程与处理机管理中,能够获得系统资源的是( )。

(A)进程 (B)程序 (C)作业 (D)线程

答案:(A)。

### 9.3.3 存储管理

存储管理是对计算机中的主存储器(RAM)以及高速缓存和外存的管理。采用多道程序设计技术,就要在主存中同时放几道程序。这就要求操作系统中的存储管理完成内存的分配与回收、地址变换、存储保护以及内存扩充。操作系统的存储管理技术主要有:分段存储管理、分页存储管理、分段分页存储管理和虚拟存储管理等。

【例 9.3-3】 在操作系统中,存储管理主要管理的对象是( )。

(A)硬盘 (B)光盘 (C)主存 (D)U 盘

答案:(C)。

【例 9.3-4】 以下不属于存储管理的是( )。

(A)存储单元的释放 (B)存储分配  
(C)地址变换 (D)存储保护与存储扩充

答案:(A)。

解释:存储回收是操作系统将程序执行后被释放的存储单元回收,存储单元的释放是运行中的应用程序自己的事(这里存储管理只监视内存使用情况)。

#### 1. 分段存储管理

分段的概念是建立在结构化程序模块的基础上的。当一个程序被编译后,段就根据程序的结构模块建立起来,各段有独立的地址空间。分段特点:用户自己划分、数据共享及段大小不相同。

#### 2. 分页存储管理

存储空间分成大小相等的区域叫块,用户作业地址也被分成若干与块尺寸相同的区域叫页,按顺序把作业中页装入存储空间的块中。作业的最后一页常装不满存储空间的一个块,形成不能利用存储区域称为页的碎片。分页特点:由系统划分、数据不共享及大小一样。

#### 3. 分段分页存储管理

首先把作业按模块分成若干个段,再把段细分成若干页。这样的组织形式可以取分段和分页存储管理的长处,避免两者的不足。

#### 4. 虚拟存储管理

所谓虚拟存储,就是把内存与外存有机地结合起来使用,从而得到一个容量很大的“内存”,这就称之为虚拟存储。

程序的执行总是呈现局部性,即在一个较短的时间段内,程序的执行仅限于某个部分,它所访问的存储空间也局限于某个区域。因此,只要保护进程执行所需的部分程序和数据驻留在内存,一段时间内进程都能顺利执行。利用该特点,仅需要将一部分页面或段装入内存,便可启动运行,其余部分暂时保存在磁盘上,如果其所需要访问的页面(段)尚未装入内存,则发生缺页中断,此时系统启动请求调页(段)功能,将进程所需的页(段)装入内存,如果当前内存

已满,无法装入新的页(段),则还需要用页(段)置换功能,将内存中暂时不用的页交换到磁盘上,以腾出足够内存。

【例 9.3-5】 在操作系统中,采用虚拟存储技术主要是为了实现存储管理的( )。

- (A)存储分配 (B)地址变换 (C)存储保护 (D)存储扩充

答案:(D)。

【例 9.3-6】 在操作系统中,存储管理的管理技术不包括( )。

- (A)分段存储管理 (B)光盘存储管理 (C)分页存储管理 (D)分段分页存储管理

答案:(B)。

### 9.3.4 设备管理

设备管理负责分配和回收外部设备以及控制外部设备按用户程序的要求进行操作。外部设备的种类繁多、功能差异很大。除了进行实际 I/O 操作的设备外,还包括设备控制器、DMA 控制器、通道等。这样,设备管理的首要任务是为这些设备提供驱动程序或控制程序,以使用户不必详细了解设备及接口的技术细节,就可方便地对这些设备进行操作。另一任务就是利用中断技术、DMA 技术和通道技术,使外围设备尽可能与 CPU 并行工作,以提高设备的使用效率并提高整个系统的运行速度。

常见的设备分类方法如下。

- ①按设备的从属关系可分为系统设备和用户设备。
- ②按设备分配属性可分为独享设备、共享设备和虚拟设备。
- ③按设备的工作特性分存储设备、输入输出设备。

Windows 的设备管理:支持即插即用,支持动态加载驱动程序,用高速缓存解决速度不匹配的问题,支持设备安装与卸载。

【例 9.3-7】 在操作系统中,设备管理主要是管理( )。

- (A)CPU (B)主存储器  
(C)计算机系统的所有外部设备 (D)计算机系统的所有硬件设备

答案:(C)。

解释:设备管理不能管理 CPU 和主存储器,它们分别是进程管理和存储管理的任务,也不能管理计算机系统的所有硬件设备,因为它包括了 CPU 和主存储器。

### 9.3.5 文件管理

文件管理负责管理计算机中的所有文件,向用户提供创建文件、撤消文件、读写文件、打开和关闭文件等功能。

【例 9.3-8】 在操作系统中,文件管理负责管理( )。

- (A)程序文件 (B)数据文件  
(C)系统文件 (D)计算机中的所有文件

答案:(D)。

#### 1. 文件与文件名

文件是一些信息的集合。用户可以把信息以文件形式存储在外存储器中。为便于存取和管理文件,每个文件必须有一个名字,即文件名,以实现文件的“按名存取”。

【例 9.3-9】 操作系统中的文件管理功能使用户实现了对文件的( )。



- (A)按名存取 (B)按内容存取 (C)按物理位置存取 (D)以上都对

答案:(A)。

## 2. 文件的分类

- ①按性质和用途可分为:系统文件、库文件和用户文件。
- ②按保存属性可分为:临时文件、永久文件和档案文件。
- ③按保护属性可分为:只读文件、读写文件、可执行文件和无保护文件。
- ④按逻辑结构可分为:流式文件和记录文件。
- ⑤按物理结构可分为:顺序文件、链接文件、索引文件等。
- ⑥按存取方式可分为:顺序文件和随机文件。

## 3. 文件的属性

通常文件的属性有:读、写、执行、所有者、创建日期、修改日期、文件大小等。在 Windows 中文件扩展名标示出文件是否是可执行文件或是哪个应用程序的文档等性质。

【例 9.3-10】 在计算机系统中,可执行程序是( )。

- (A)源代码 (B)汇编语言代码 (C)机器语言代码 (D)ASCII 码

答案:(C)。

## 4. 文件的逻辑结构与文件系统

文件的逻辑结构有:字符流式和记录式。

Windows 支持的文件系统有 FAT、FAT32 和 NTFS。

Windows 支持光盘存储媒介的文件系统 CDFS。

FAT32:该格式目录结构无序,不能快速查找文件,不能自动压缩文件,安全性差。可用在容量为 512MB 到 2TB 的驱动器上。支持这种格式的操作系统有 Windows 95、Windows 98、Windows Me、Windows 2000 和 Windows XP。如果要设置双重引导配置,可以使用 FAT32 文件系统。

NTFS:该格式比 FAT32 有更高的安全级别、更好的权限设置,容错性及访问速度都有提高。支持大磁盘,可达 2TB。NTFS 文件系统非常适于 Windows XP。

【例 9.3-11】 下面选项中,关于 Windows XP 操作系统支持文件系统格式说法正确的是( )。

- (A)Windows XP 操作系统只支持文件系统格式:FAT
- (B)Windows XP 操作系统支持文件系统格式有:FAT 和 FAT32
- (C)Windows XP 操作系统只支持文件系统格式:NTFS
- (D)Windows XP 操作系统支持文件系统格式有:FAT、FAT32 和 NTFS

答案:(D)。

解释:Windows 3.X 和 MS-DOS 一直使用的是 FAT 系统,随着 Windows 的发展,Windows XP 的最好安装环境是 NTFS,但也支持 FAT 和 FAT32。

### 9.3.6 作业管理

操作系统的作业(也可称为“任务”)管理实现作业调度和控制作业的执行。作业调度就是根据一定的调度算法,从输入到系统中的一批作业中选出若干个作业,给它们分配必要的资源,如主存空间、外部设备等,并建立相应的用户作业进程,然后将进程交给进程调度程序去调度执行。作业控制是指在操作系统支持下,用户如何组织它的作业并控制作业的运行。作业

控制方式有两种。

①脱机作业控制,也称为作业的自动控制方式,它是为脱机用户提供的。这种控制方式要使用操作系统提供的作业控制语言(JCB)编写作业说明书,然后操作系统执行作业说明书中的控制语句控制作业执行。

②联机作业控制,也称为作业的直接控制方式,它是为联机用户或终端用户提供的。这种控制方式可通过命令、菜单或窗口对作业进行控制。

【例 9.3-12】 用户要求计算机处理的一个计算问题称为( )。

- (A)进程 (B)程序 (C)作业 (D)系统调用

答案:(C)。

解释:作业也可称为“任务”,是用户要求计算机处理的一个计算问题。

练习题:

1. 微机的重要特点之一是微处理器(也称“CPU”)一块芯片集成了( )。

- (A)控制器和存储器 (B)控制器和运算器  
(C)运算器和存储器 (D)运算器、控制器和存储器

2. 在操作系统中,进程管理主要管理的是( )。

- (A)输入设备 (B)输出设备 (C)处理机(CPU) (D)存储器

3. 操作系统主要的功能不包括( )。

- (A)处理器管理 (B)存储管理 (C)设备管理 (D)数据库管理

4. 操作系统所管理的文件保存在( )。

- (A)主存储器 (B)外存储器中 (C)内存存储器中 (D)存储器中

5. 下面选项中,不属于分时系统的基本特征的是( )。

- (A)同时性 (B)独立性 (C)实时性 (D)交互性

参考答案:

1. B 2. C 3. D 4. B 5. C

## 9.4 计算机网络

要求:了解网络的管理、网络管理协议、计算机的分类和数模转换,以及网络安全、Windows XP 中的网络应用,重点应放在网络的分类、计算机网络体系结构与协议,如:IP 地址类型、OSI 参考模型、TCP/IP、Internet 提供的服务等。

### 9.4.1 计算机网络的概念

计算机网络,是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备,通过通信线路连接起来。在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递。

### 9.4.2 计算机网络功能

#### 1. 数据通信

计算机网络使分散在不同单位、不同部门甚至不同省份、不同国家的计算机与计算机之间可以进行通信,互相传送数据,方便地进行信息交换。例如,使用电子邮件进行通信、在网上召

开视频会议等。

## 2. 资源共享

这是计算机网络最有吸引力的功能。在网络范围内,用户可以共享软件、硬件、数据等资源,而不必考虑用户及资源所在的地理位置。当然,资源共享必须经过授权才可进行。

## 3. 提高计算机系统的可靠性

网络中的计算机可以方便地把重要信息存放到不同计算机系统中,一旦某台计算机出现故障,它的任务可由网中其他计算机取而代之。

## 4. 增强系统的处理功能

当网中某些计算机负荷过重时,网络可将新任务分配给较空闲的计算机去完成,从而提高了整个系统的处理功能。特别是分布式数据库管理系统,它使分散存储在网络中的不同系统中的数据在使用时就好像集中存储和集中管理那样方便。

### 9.4.3 计算机网络分类

#### 1. 按作用范围分类

按分布范围可将计算机网络分为局域网、城域网、广域网。

##### (1) 局域网

局域网(LAN)一般分布在几十米到几千米范围。传统上,局域网与广域网使用不同的技术,广域网使用交换技术,局域网使用广播技术,这是二者的根本区别。但从万兆以太网开始,这种区别已经消除了。

##### (2) 城域网

城域网(MAN)一般分布在一个城区,一般使用广域网的技术,可以看成是一个较小的广域网。

##### (3) 广域网

广域网(WAN)一般分布在数十公里以上区域。

#### 2. 按网络的使用范围分类

根据对网络组建和管理的部门和单位不同,常将计算机网络分为公用网和专用网。

##### (1) 公用网

由电信部门或其他提供通信服务的经营部门组建、管理和控制,网络内的传输和转接装置可供任何部门和个人使用;公用网常用于广域网络的构造,支持用户的远程通信。如我国的电信网、广电网、联通网等。

##### (2) 专用网

由用户部门组建经营的网络,不容许其他用户和部门使用;由于投资的因素,专用网常为局域网或者是通过租借电信部门的线路而组建的广域网络。如由学校组建的校园网、由企业组建的企业网等。

#### 3. 按交换技术分类

按交换技术可将网络分为电路交换网络、报文交换网络和分组交换等类型。

##### (1) 电路交换网络

电路交换网络是在源节点和目的节点之间建立一条专用的通路用于数据传送。包括建立连接、传输数据、断开连接三个阶段。最典型的电路交换网络就是电话网络。该类网络的优点是数据直接传送延迟小;缺点是线路利用率低,不能充分利用线路容量,不便于进行差错控制。

## (2) 报文交换网络

报文交换网络是将用户数据加上源地址、目的地址、长度、校验码等辅助信息封装成报文,发送给下个节点。下个节点收到后先暂存报文,待输出线路空闲时再转发给下个节点,重复这一过程直到到达目的节点。

## (3) 分组交换网络

分组交换网络也称包交换网络,其原理是将数据分成较短的固定长度的数据块,在每个数据块中加上目的地址、源地址等辅助信息组成分组(包),按存储转发方式传输。分组交换网络具备很多优点,现在的主流网络基本上都可以看成是分组交换网络。

## 4. 其他分类方法

按传输介质分类:双绞线网、同轴电缆网、光纤网和无线网等;根据网络传输技术,网络可分为广播式和点对点;按传输方式有基带网和宽带网两种。

### 9.4.4 计算机网络的组成

计算机网络由网络硬件系统和网络软件系统组成,包括计算机、网络设备、传输介质和网络操作系统。

在广域网中,从系统功能的角度看,计算机网络主要由资源子网和通信子网两大部分组成。资源子网包括计算机、外部设备、网络协议、网络软件和数据库等;通信子网包括通信线路、网络连接设备、通信协议和通信控制软件等。对局域网来讲,没有资源子网和通信子网之分。

### 9.4.5 计算机网络体系结构与协议

#### 1. 网络协议

计算机网络协议是有关计算机网络通信的一整套规则,或者说是为完成计算机网络通信而制定的规则、约定和标准。网络协议由语法、语义和同步(定时)三大要素组成。

- ①语法:通信数据和控制信息的结构与格式。
- ②语义:对具体事件应发出何种控制信息,完成何种动作以及做出何种应答。
- ③同步:对事件实现顺序的详细说明。

【例 9.4-1】 管理计算机通信的规则称为( )。

- (A) 协议                      (B) 介质                      (C) 服务                      (D) 网络操作系统

答案:(A)。

解释:计算机通信有一整套规则,这些规则称为计算机网络协议。

#### 2. 分层原则

计算机网络是非常复杂的,为了简化设计复杂程度,将网络功能划分为小一些、简单一些的功能,这样方便开发、设计和故障排除。分层的原则如下。

- ①每个层实现特定的功能。
- ②各个层之间有清晰的边界,层间接口清晰,便于理解。
- ③层的数目适中,便于实施。
- ④每层都使用下层的的服务,为上层提供服务。
- ⑤在层中可以再设置子层,当不需要时可绕过子层。

#### 3. 网络体系结构模型

OSI 参考模型如图 9.4-1 所示。





图 9.4-1 OSI 参考模型

物理层间传输二进制比特流,除物理层外同层为虚通信,N层将从N+1层接收的信息增加了一个头,N-1层将从N层接收的信息(包括N层增加的头)又增加了一个头,如此纵向传输,物理层是横向传输(点到点),到达目标后,数据链路层从物理层接收信息,并去掉自己层的包装将信息传给网络层,网络层去掉自己层的包装将信息传给传输层,如此向上传输。

【例 9.4-2】在 OSI 模型中,第 N 层和其上的 N+1 层的关系是( )。

- (A) N 层为 N+1 层服务  
 (B) N+1 层将从 N 层接收的信息增加了一个头  
 (C) N 层利用 N+1 层提供的服务  
 (D) N 层对 N+1 层没有任何作用

答案:(A)。

解释:每层都使用下层的的服务,为上层提供服务,N层为N+1层提供服务,使用N-1的服务。

#### 4. 开放系统互连参考模型 OSI/RM

所谓“开放”,即只要是遵循 OSI 标准的系统,就可以与位于世界上任何地方的、也遵循这一标准的其他任何系统进行通信。

OSI 参考模型包括三级抽象:体系结构、七层模型、服务定义。

各层所提供的服务;层与层间的抽象接口;层与层间交互用的服务原语。

协议规范:精确地定义了应当发送何种控制信息及何种过程来解释该控制信息。

【例 9.4-3】OSI 参考模型将网络协议分为( )。

- (A) 4 层                      (B) 5 层                      (C) 6 层                      (D) 7 层

答案:(D)。

OSI 参考模型共分为 7 层,各层名称及主要功能如表 9.4-1 所示。

表 9.4-1 OSI 参考模型 7 层的名称及主要功能

层	名称	主要功能
7	应用层(application layer)	提供各种应用和服务:文件传输、电子邮件、万维网等
6	表示层(presentation layer)	数据转换、压缩与解压缩、加密与解密
5	会话层(session layer)	建立传输规则、传输约定,不同主机进程间通信(会话)
4	传输层(transport layer)	分组、流量控制、查错与错误处理
3	网络层(network layer)	确定传送地址、选择传输路径
2	数据链路层(data link layer)	信号同步、差错校验(CRC)、流向控制
1	物理层(physical layer)	传输信息的介质,将数据以实体呈现并规定传输的规格、接插件的规格。负责传输比特流

【例 9.4-4】 以下哪一个选项按顺序包括了 OSI 模型的各个层次( )。

- (A) 物理层,数据链路层,网络层,传输层,系统层,表示层和应用层  
 (B) 物理层,数据链路层,网络层,传输层,会话层,表示层和应用层  
 (C) 物理层,数据链路层,网络层,交换层,会话层,表示层和应用层  
 (D) 表示层,数据链路层,网络层,传输层,会话层,物理层和应用层

答案:(B)。

### 5. TCP/IP

TCP/IP 的全称是传输控制协议(TCP, Transmission Control Protocol)和因特网协议(IP, Internet Protocol),一般是指一系列协议,其中 TCP、IP 协议是最基本、最重要的。

目前的国际互联网采用的体系结构是 TCP/IP 体系结构。

TCP/IP 体系结构是一个四层结构,分别是:应用层、传输层、互联层和主机-网络层(网络接口层),与 OSI 体系结构比较如图 9.4-2 所示。

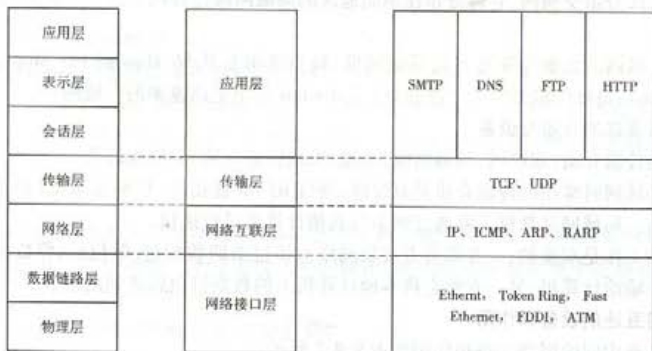


图 9.4-2 OSI 与 TCP/IP 体系结构比较

【例 9.4-5】 Internet 中的各种计算机系统之间能够进行通信,是由于采用了( )。

- (A) HTTP 协议 (B) TELNET 协议 (C) IPX 协议 (D) TCP/IP 协议

答案:(D)。

### 9.4.6 局域网

局域网是指在某一区域内由多台计算机互联成的计算机组,一般是方圆几千米以内。局域网可以实现文件管理、应用软件共享、打印机共享、工作组内的日程安排、电子邮件和传真通信服务等功能。局域网是封闭型的,可以由办公室内的两台计算机组成,也可以由一个公司的上千台计算机组成。

IEEE(国际电子电气工程师协会)推动了局域网技术的标准化,制定了 IEEE 802 系列标准。遵循该标准在建设局域网时可以选用不同厂家的设备,并能保证其兼容性,可以使用双绞线、同轴电缆、光纤和无线等多种传输媒介连网。随着新技术的不断出现,这一系列标准仍在不断地更新变化之中。

以太网(IEEE 802.3 标准)是最常用的局域网组网方式。以太网使用双绞线作为传输媒介(网络设备主要用网卡、集线器或交换机)。在没有中继的情况下,最远可以覆盖 200 米的范围。最普及的以太网类型,数据传输速率为 100 Mb/s,更新的标准则支持 1 000 Mb/s 和 1 Gb/s 的速率。

随着 802.11 标准的制定,无线局域网的应用大为普及,数据传输速度可以达到 11 Mb/s 和 54 Mb/s,覆盖范围为 100 米。

【例 9.4-6】 将一个实验室内的若干台计算机通过网卡、集线器和双绞线连成的网络属于( )。

- (A)局域网 (B)广域网 (C)城域网 (D)际网

答案:(A)。

### 9.4.7 广域网

广域网覆盖的范围从几十公里到几千公里,它能连接多个城市或国家,或横跨几个洲并能提供远距离通信,形成国际性的远程网络。广域网的通信子网可以利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网,它将分布在不同地区的局域网或计算机系统互连起来,达到资源共享的目的。

通常广域网的数据传输速率比局域网低,典型速率是从 56 kbps 到 155 Mbps,现在已有 622 Mbps(bps:每秒传输多少个二进制位)、2.4 Gbps 甚至更高速率的广域网。

#### 1. 网络互连的介质与设备

常用的传输介质:双绞线、同轴电缆、光缆、无线传输介质、卫星线路等。

组建局域网时常用的传输介质是双绞线,通过 RJ-45 连接器(俗称水晶头)将各种网络设备连接起来。局域网计算机主要通过网卡与其他计算机进行通信。

网卡的工作是双重的:一方面负责接收网络上传过来的数据包,解包后,将数据通过主板上的总线传输给计算机;另一方面它将本地计算机上的数据包后送到网络上。

#### 2. 网络互连的设备和作用

网络互连中间的网络设备和作用如表 9.4-2 所示。

表 9.4-2 常用网络设备

设备名称	作用
中继器	在 OSI 模型的物理层上实现信号放大和再生

续表

设备名称	作用
网桥	在 OSI 模型的数据链路层上实现互连
路由器	在 OSI 模型的网络层上实现互连
交换机	交换发生在 OSI 参考模型的数据链路层
网关	在 OSI 模型的传输层上实现互连
调制解调器	接入设备,通过公用电话网(PSTN)连接到计算机,用于调制或解调,56 Kb/s
ADSL	非对称数字用户线,新型接入设备,类似调制解调器,上行 640Kb/s,下行 8Mb/s,允许边打电话,边上网

【例 9.4-7】 下列叙述中正确的是( )。

- (A) 将数字信号变换成便于在模拟通信线路中传输的信号称为调制  
 (B) 以原封不动的形式将来自终端的信息送入通信线路称为调制解调  
 (C) 在计算机网络中,一种传输介质不能传送多路信号  
 (D) 在计算机局域网中,只能共享软件资源,而不能共享硬件资源

答案:(A)。

解释:调制是把计算机的数字信号调制成可在电话线上传输的模拟信号,解调线路上传来的模拟信号转换成数字信号送给计算机。一种传输介质能传输多路信号,多路复用。在计算机局域网中,能够实现软件和硬件资源共享。

【例 9.4-8】 一台计算机要连入 Internet,必须安装的硬件是( )。

- (A) 调制解调器或网卡 (B) 网络操作系统  
 (C) 网络查询工具 (D) WWW 浏览器

答案:(A)。

## 9.4.8 因特网(Internet)

因特网(Internet)是由许多小的网络(子网)互联而成的一个网络,每个子网中连接着若干台计算机(主机)。Internet 遵循共同的协议(TCP/IP),Internet 上开发了许多应用系统,供接入网上的用户使用,网上的用户可以方便地交换信息,共享资源。Internet 是世界上最大的计算机互联网。

### 1. IP 地址

所谓 IP 地址就是给每个连接在 Internet 上的主机分配一个 32 bit 地址,每台网络上的主机必须有一个唯一的 IP 地址。为了方便人们的使用,IP 地址经常被写成十进制的形式,中间使用符号“.”分开不同的字节。

【例 9.4-9】 下面的 IP 地址中,合法的是( )。

- (A) 200.200.200.300 (B) 200,200,200,1 (C) 200.200.200.1 (D) 200;200;200;1

答案:(C)。

【例 9.4-10】 下面有关 IP 地址的说法中,错误的是( )。

- (A) IP 地址占四个字节 (B) 一般用十进制数表示  
 (C) 每个字节对应一个  $-128 \sim +127$  的数 (D) 字节之间用圆点分隔



答案:(C)。

解释:在 IPv4 中,IP 地址占四个字节(32bit),一般用十进制数表示,每个字节对应 1 个无符号十进制数,最大范围应为 0 到 255,数字之间用圆点分割。

为了便于寻址以及层次化构造网络,每个 IP 地址包括网络号和主机号。同一个物理网络上的所有主机都使用同一个网络号,网络上的一个主机都有一个与其他主机不同的主机号。IP 地址根据网络号的不同分为 5 种类型,即 A 类地址、B 类地址、C 类地址、D 类地址和 E 类地址。

#### (1) A 类地址

① A 类地址第 1 字节为网络地址,其他 3 个字节为主机地址。

② A 类地址范围:1. 0. 0. 1 ~ 126. 255. 255. 254。

③ A 类地址中的私有地址和保留地址如下:

④ 10. X. X. X 是私有地址(所谓的私有地址就是在互联网上不使用,而被用在局域网中的地址),范围(10. 0. 0. 0 ~ 10. 255. 255. 255);

⑤ 127. X. X. X 是保留地址,用作循环测试用的。

#### (2) B 类地址

① B 类地址第 1 字节和第 2 字节为网络地址,其他 2 个字节为主机地址。

② B 类地址范围:128. 0. 0. 1 ~ 191. 255. 255. 254。

③ B 类地址的私有地址和保留地址如下:

④ 172. 16. 0. 0 ~ 172. 31. 255. 255 是私有地址;

⑤ 169. 254. X. X 是保留地址。

#### (3) C 类地址

① C 类地址第 1 字节、第 2 字节和第 3 个字节为网络地址,第 4 个字节为主机地址。另外第 1 个字节的前三位固定为 110。

② C 类地址范围:192. 0. 0. 1 ~ 223. 255. 255. 254。

③ C 类地址中的私有地址:192. 168. X. X 是私有地址。(192. 168. 0. 0 ~ 192. 168. 255. 255)

#### (4) D 类地址

① D 类地址不分网络地址和主机地址,它的第 1 个字节的前四位固定为 1110。

② D 类地址范围:224. 0. 0. 1 ~ 239. 255. 255. 254。

#### (5) E 类地址

① E 类地址不分网络地址和主机地址,它的第 1 个字节的前五位固定为 11110。

② E 类地址范围:240. 0. 0. 1 ~ 255. 255. 255. 254。

【例 9.4-11】 以下 IP 地址中,为 B 类地址的是( )。

(A) 112. 213. 12. 23 (B) 210. 123. 23. 12 (C) 23. 123. 213. 23 (D) 156. 123. 32. 12

答案:(D)。

解释:检查第 1 个数,B 类:128 ~ 191。

## 2. 子网掩码

子网掩码的作用是将某个 IP 地址划分成网络地址和主机地址两部分。

子网掩码是一个 32 位的 2 进制数,其对应网络地址的所有位都置为 1,对应于主机地址

的所有位都置为 0。由此可知, A 类网络的默认子网掩码是 255. 0. 0. 0, B 类网络的默认子网掩码是 255. 255. 0. 0, C 类网络的默认子网掩码是 255. 255. 255. 0。将子网掩码和 IP 地址按位进行逻辑“与”运算, 得到 IP 地址的网络地址, 剩下的部分就是主机地址, 从而区分出任意 IP 地址中的网络地址和主机地址。

为解决 IP 地址难以记忆的问题, 引入了域名服务系统 DNS (Domain Name System)。域名 (Domain Name), 是由一串用点分隔的名字组成, 例如: www. tju. edu. cn 对应的 IP 地址为: 202. 113. 13. 66。DNS 就是进行域名解析的服务器, 通过域名解析系统计算出相对应的 IP 地址。

域名简单地说就是 Internet 上主机的名字, 它采用层次结构, 每一层构成一个子域名, 子域名之间用圆点隔开, 自左至右分别为: 计算机名、网络名、机构名、最高域名。Internet 每个“域名”或“中文域名”只对应一个“IP 地址”。

【例 9.4-12】 下面关于域名的说法中, 错误的是( )。

- (A) 域名是为解决 IP 地址难于记忆而提出的
- (B) 使用域名需要 DNS 的支持
- (C) 域名服务器发生故障时无法访问 Internet
- (D) 域名用于标识 Internet 网中的主机

答案: (C)。

解释: 域名服务系统 DNS 的作用是将域名翻译成 IP 地址, 域名服务器发生故障时可以用 IP 地址访问 Internet。

### 3. Internet 提供的服务

#### (1) 收发 EMAIL (电子邮件服务)

基于电子信箱, 能传送文本、声音以及图像等多种类型的信息。电子邮件地址: 用户名@邮件服务器的主机名

#### (2) 远程登录服务 (Telnet)

用户可以通过远程登录使自己所用计算机成为远程计算机的终端, 然后在远程计算机上面运行程序, 或者使用远程计算机的软件和硬件资源。当然, 首先要成为远程计算机的合法用户并拥有相应的账户和口令, 用户才能使用它的资源。

#### (3) 文件传输服务 (FTP)

Internet 上有许多公用的免费软件, 允许用户无偿转让、复制、使用和修改。要获取这些软件可以使用文件传输, 在授权的情况下还可以上传文件。

#### (4) WWW 服务

WWW (World Wide Web): 当用户浏览一篇 WWW 页面时, 可以从当前浏览页随意跳转到其他页面。用户不需要遵循一定的层次顺序, 就可以在 WWW 的海洋中随意“冲浪”, 提供 WWW 资源的称为 WWW 服务器或 WEB 站点。

WWW 页面使用超文本语言 HTML, 定位使用世界范围内信息资源的统一定位符 URL (URL 也称为 URL 地址或 Web 地址, 俗称“网址”)。

【例 9.4-13】 用户在浏览器的地址栏中输入的内容是: http://efd. tju. edu. cn/index. html, 其中的 index. html 表示的是( )。

- (A) 资源类型
- (B) 主机地址
- (C) 资源路径
- (D) 资源文件

答案:(D)。

解释:URL由三部分组成:协议类型、主机名、路径及文件名。可以通过URL指定的主要有以下几种:http、ftp、gopher、telnet等,访问WEB服务器协议类型是http,随后是主机名,最后的index.html是路径及文件名,这里只有文件名。

【例9.4-14】电子邮件是( )。

- (A)网络信息检索服务 (B)通过Web网页发布的公告信息  
(C)通过网络实时交互的信息传递方式 (D)一种利用网络交换信息的非交互式服务

答案:(D)。

【例9.4-15】浏览WWW网页时,使用的协议是( )。

- (A)FTP协议 (B)TELNET协议 (C)HTTP协议 (D)Gopher协议

答案:(C)。

(5)信息搜索服务

Internet上的信息资源非常丰富,使用搜索引擎如:baidu、Google、yahoo、sohu等提供的综合性搜索服务,可以大大减少网上搜索的时间,提高信息查询服务的准确性和专业性。

【例9.4-16】WEB站点指的是( )。

- (A)WWW服务器 (B)FTP服务器 (C)邮件服务器 (D)Telnet服务器

答案:(A)。

解释:提供服务的称为服务器,提供WWW服务称为WEB服务器也称WEB站点。

## 9.4.9 网络的管理

### 1. 网络管理的概念

所有与网络的管理、故障排除以及网络安全等有关的事情都属于网络管理范畴。

ISO在ISO/IEC 7498—4文档中定义了网络管理的五大功能,并被广泛接受。这五大功能如下。

- ①故障管理:故障监测、故障修复、故障分析、故障记录等。
- ②性能管理:性能监控、性能分析、可视化的性能报告、实时性能监控等。
- ③配置管理:配置信息的自动获取、自动配置、配置参数设置等。
- ④安全管理:授权机制、访问控制、加密和加密关键字的管理,另外还要维护和检查安全日志等。
- ⑤计费管理:计费数据采集、数据分析与费用计算等。

### 2. 网络管理协议

随着网络的不断发展,规模增大,复杂性增加,简单的网络管理技术已不能适应网络迅速发展的要求。研究开发者们迅速展开了对网络管理的研究,并提出了多种网络管理方案(协议)如:SNMP、CMIS/CMIP等。

①SNMP,即简单网络管理协议,其前身是1987年发布的简单网关监控协议(SCMP)。SCMP给出了监控网关(OSI第三层路由器)的直接手段,SNMP则是在其基础上发展而来。最初,SNMP只能提供最小网络管理功能。

②CMIS/CMIP,即公共管理信息服务/公共管理信息协议,是OSI提供的网络管理协议簇。CMIS定义了每个网络组成部分,提供了网络管理和服务,CMIP是实现CMIS服务的协议。



#### 9.4.10 网络安全

网络安全是指网络系统的硬件、软件及其系统中的数据受到保护,不因偶然的或者恶意的原因而遭受到破坏、更改、泄露,确保系统连续可靠正常地运行,网络服务不被中断。网络安全从其本质上来讲就是网络上的信息安全。

##### 1. 计算机安全、网络安全和信息安全

实际上计算机安全、网络安全和信息安全,三者不可分割。

##### 2. 网络安全面临的主要威胁

①人为的无意失误:用户安全意识不强,如口令太弱,账号泄露等。

②人为的恶意攻击:分为主动攻击和被动攻击,主动攻击是有选择地破坏信息的有效性和完整性,被动攻击是截获、窃取、破译等。

③网络软件的漏洞和后门:网络软件的漏洞是黑客攻击的首选目标,网络软件后门主要是为了自己方便,一旦被别人发现会造成严重不良后果。

##### 3. 网络安全要求

①保密性:信息不泄露给非授权用户。

②完整性:数据未经授权不能进行改变的特性,即信息在存储或传输过程中保持不被修改、不被破坏和丢失的特性。

③可用性:可被授权实体访问并按需求使用的特性,即当需要时能否存取所需的信息。

④真实性:用户的身份、网络中的信息等都应是真实可信的。

⑤可控性:对信息的传播及内容具有控制能力。

##### 4. 网络安全的对策

①数据加密:采用密码技术,通过对数据进行加密处理,将重要信息由明文变为密文,加大保密强度。

②数字签名:采用不对称加密技术,是网络通信和网络信息安全的一种特殊的密码认证形式,包括身份认证、数据完整性、不可否认性以及匿名性等方面的内容。

③鉴别:包括用户鉴别和信息鉴别,用户鉴别是一种为防止非授权用户进入系统的常规技术措施;信息鉴别是检查信息的完整性、可用性等。

④访问控制:即限制对信息系统的访问和接触,以便保障信息系统的安全。主要包括限制对网络系统的物理接触、用户鉴别和设置用户权限。

⑤防火墙:指的是一个由软件和硬件设备组合而成、在内部网和外部网之间、专用网与公网之间的层面上构造的保护屏障。

#### 9.4.11 Windows XP 中的网络应用

##### 1. 信息浏览

通过万维网(WWW)技术,Internet以Web网页形式实现信息浏览,实现了全球网页的连通。Windows XP中使用Internet Explorer浏览器,实现信息浏览。

【例9.4-17】要想浏览WWW信息,必须在用户的计算机上安装的软件是( )。

(A)Internet浏览器 (B)WORD (C)Excel (D)FrontPage

答案:(A)。

(1)Internet Explorer的浏览方法

①在地址栏输入要访问主页的地址。



- ②打开对话框输入要访问主页的地址。
- ③利用“前进”和“后退”访问曾经浏览过的主页。
- ④利用“历史”访问最近(前几天或几周)曾经浏览过的主页。
- ⑤利用超级链接访问链接到的主页。

#### (2) Internet Explorer 的保存方法

- ①利用菜单命令可以保存网页文件。
- ②利用快捷菜单命令可以保存图片。

#### (3) Internet Explorer 的配置方法(利用 IE 的属性)

- ①设置起始主页。
- ②设置历史记录保留天数和存放临时文件的的空间以及删除临时文件。
- ③设置安全特性。
- ④设置分级审查系统。
- ⑤设置打印、多媒体等高级选项。

#### (4) Internet Explorer 收藏夹使用

- ①添加到收藏夹(把正在浏览网页的地址存在收藏夹,以便以后访问)。
- ②浏览收藏夹保存的网页。
- ③整理收藏夹。

#### (5) Internet Explorer 脱机浏览

- ①设置允许脱机浏览。
- ②使用脱机浏览。

## 2. 文件传输

文件传输(FTP)是用户获得因特网资源的重要方法之一。文件传输有上传和下载,用户通过因特网将本地计算机上的文件传送到特定的远程计算机上的过程称为上传(Upload);反之,将远程计算机上的文件传送到本地计算机中保存的过程称为下载(Download)。

- ①利用 Internet Explorer 地址栏输入 FTP 服务器地址。
- ②使用 Internet Explorer 超级链接下载文件。

【例 9.4-18】用户在浏览器的地址栏中输入的内容是:ftp://202.113.13.223/教师,说明用户在使用 Internet 的( )。

- (A) 电子邮件      (B) 文件传输      (C) WWW 信息浏览      (D) 远程登陆

答案:(B)。

解释:由协议 ftp 确定是文件传输。

练习题:

1. 计算机网络按通信距离和作用范围划分为( )。
 

(A) 局域网,城域网,广域网      (B) 广域网,有线网,无限网

(C) X.25 网,ATM 网      (D) 环形网,星形网,树形网,混合网
2. 计算机网络的广泛应用的最大好处是( )。
 

(A) 存储容量增大      (B) 计算机运行速度加快

(C) 节省人力      (D) 实现资源共享
3. 在 OSI 模型中,在物理媒介上传输比特流的层是( )。

- (A)物理层 (B)数据链路层 (C)网络层 (D)传输层
4. 在 OSI 模型中,控制用户间的对话的层是( )层。
- (A)传输 (B)会话 (C)表示 (D)应用
5. IP 地址 192.0.0.3 的类型是( )。
- (A)A 类 (B)B 类 (C)C 类 (D)非法的
6. IP 地址用前 8 位表示网络号,用后 24 位表示主机号,该 IP 地址属于( )。
- (A)A 类 (B)B 类 (C)C 类 (D)非法的
7. 域名服务器的作用是( )。
- (A)为连入 Internet 网的主机分配域名 (B)为连入 Internet 网的主机分配 IP 地址
- (C)将主机域名转换为 IP 地址 (D)将主机的 IP 地址转换为域名
8. 下列选项中,不正确的是( )。
- (A)网络中的计算机可以独立使用
- (B)网络中的计算机必须配备具有通信功能的专用设备
- (C)网络中的计算机必须配备多媒体设备
- (D)网络中的计算机必须安装支持网络通信的软件
9. 在计算机网络中,服务器是指( )。
- (A)硬件性能最高的计算机
- (B)提供共享资源或其他服务功能的计算机系统
- (C)接受服务或需要访问共享资源的计算机
- (D)安装的软件最多的计算机
10. 通常将计算机网络中实现网络通信功能的设备和软件称为( )。
- (A)资源子网 (B)通信子网 (C)局域网 (D)广域网

参考答案:

1. (A) 2. (D) 3. (A) 4. (B) 5. (C) 6. (A)
7. (C) 8. (C) 9. (B) 10. (B)

## 仿真习题

- 9-1 计算机中主要用于算术运算和逻辑运算的部件是( )。
- (A)显示器 (B)存储器 (C)控制器 (D)运算器
- 9-2 下面说法中正确的是( )。
- (A)计算机地址总线所包含的二进制位数称为字长
- (B)计算机数据总线所包含的二进制位数称为字长
- (C)计算机控制总线所包含的二进制位数称为字长
- (D)计算机内存所包含的二进制位数称为字长
- 9-3 鼠标器是一种( )。
- (A)存储器 (B)输入设备 (C)输出设备 (D)运算控制单元
- 9-4 在操作系统中,设备管理的首要任务是( )。
- (A)为所管理的设备提供驱动程序或控制程序
- (B)帮助用户了解设备的技术细节

- (C) 告诉用户计算机系统中有哪此设备  
(D) 测试设备的性能。
- 9-5 通常,将用二进制(0/1)表示的声音信号称为( )。  
(A) 音频 (B) 模拟音频 (C) 数字音频 (D) 声音
- 9-6 一个完整的计算机系统包括( )。  
(A) 计算机及其外部设备 (B) 主机、键盘、显示器  
(C) 系统软件和应用软件 (D) 硬件系统和软件系统
- 9-7 计算机的主存储器是指( )。  
(A) RAM 和 C 磁盘 (B) ROM (C) ROM 和 RAM (D) 硬盘和控制器
- 9-8 在各类计算机操作系统中,分时系统是一种( )。  
(A) 单用户批处理操作系统 (B) 多用户批处理操作系统  
(C) 单用户交互式操作系统 (D) 多用户交互式操作系统
- 9-9 MIDI (Music Instrument Digital Interface) 是( )的国际标准。  
(A) 数字音乐 (B) CD (C) 多媒体 (D) DVD
- 9-10 操作系统是计算机系统的一种( )。  
(A) 应用软件 (B) 通用软件 (C) 系统软件 (D) 工具软件
- 9-11 允许多个用户以交互方式使用计算机的操作系统是( )。  
(A) 批处理单道系统 (B) 分时操作系统 (C) 实时操作系统 (D) 批处理多道系统
- 9-12 在批处理兼分时的系统中,对( )应及时响应。  
(A) 批量作业 (B) 前台作业 (C) 后台作业 (D) 网络通信
- 9-13 分布式操作系统与网络操作系统本质上的区别在于( )。  
(A) 实现各台计算机之间的通信  
(B) 共享网络中的资源  
(C) 满足较大规模的应用  
(D) 系统中若干台计算机相互协作共同完成同一任务
- 9-14 ( )为用户分配主存空间,保护主存中的程序和数据不被破坏,提高主存空间的利用率。  
(A) 处理器管理 (B) 存储管理 (C) 文件管理 (D) 作业管理
- 9-15 操作系统中的进程是( )。  
(A) 一个系统软件 (B) 与程序概念等效  
(C) 存放在主存中的程序 (D) 执行中的程序
- 9-16 以下有关操作系统的叙述中,错误的是( )。  
(A) 操作系统管理着系统中的各种资源  
(B) 操作系统应为用户提供良好的界面  
(C) 操作系统是资源的管理者和仲裁者  
(D) 操作系统是计算机系统中的一个应用软件
- 9-17 对模拟声音信号的采样频率越高,声音的保真度越好。根据采样定理,在对模拟声音信号采集时,采样频率不应低于声音信号最高频率的( )倍。  
(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4

9-18 下面选项中,有效的 IP 地址是( )。

- (A) 202. 280. 130. 45 (B) 130. 192. 290. 45  
(C) 192. 202. 130. 45 (D) 280. 192. 33. 45

9-19 高级语言源程序必须翻译成目标程序后才能执行,完成这种翻译过程的程序是( )。

- (A) 汇编程序 (B) 编辑程序 (C) 解释程序 (D) 编译程序

9-20 若在一个非零无符号二进制整数的右边加两个零形成一个新的数,则新数的值是原数值的( )。

- (A) 四倍 (B) 二倍 (C) 四分之一 (D) 二分之一

9-21 下列无符号整数中,数值最小的是( )。

- (A)  $(10010010)_2$  (B)  $(221)_8$  (C)  $(147)_{10}$  (D)  $(94)_{16}$

9-22 一台彩显的分辨率是  $1\ 280 \times 1\ 024$ ,像素颜色深度为 24 位,则显示存储器容量至少应有( )。

- (A) 1 MB (B) 2 MB (C) 4 MB (D) 6 MB

9-23 CRT 的分辨率是  $1\ 024 \times 1\ 024$  像素,像素颜色数是 256,则显示存储器的容量至少应有( )。

- (A) 512 KB (B) 1 MB (C) 256 KB (D) 2 MB

9-24 具有多媒体功能的微机系统常用 CD-ROM 作为外存储器,CD-ROM 是( )。

- (A) 只读存储器 (B) 只读硬盘 (C) 只读大容量软盘 (D) 只读光盘

9-25 操作系统具有进程管理、存储管理、文件管理和设备管理的功能,在以下有关的描述中,错误的是( )。

- (A) 进程管理主要是对程序进行管理  
(B) 存储管理主要管理内存资源  
(C) 文件管理可以有效地支持对文件的操作,解决文件共享、保密和保护问题  
(D) 设备管理是指计算机系统中除了 CPU 和内存以外的所有输入、输出设备的管理

9-26 下列选项中,两个软件都属于系统软件的是( )。

- (A) Windows 和 WORD (B) Windows 和 PHOTOSHOP  
(C) UNIX 和 WPS (D) Windows 和 UNIX

9-27 十进制数 102 转换为二进制数是( )。

- (A) 1100111 (B) 1100110 (C) 1100001 (D) 1011110

9-28 4B 的位数是( )。

- (A) 4 位 (B) 8 位 (C) 16 位 (D) 32 位

9-29 下列说法不正确的是( )。

- (A) 用计算机对各种生产过程进行控制,不仅提高效率,而且提高质量  
(B) 计算机已经能模拟人脑的所有功能,包括情感和学习  
(C) 计算机技术已经成为人们应该掌握的基本技能  
(D) 计算机对我们的生活影响越来越大

9-30 下面说法中,错误的是( )。

- (A) 计算机中常用的计数制有十进制、二进制、八进制和十六进制  
(B) 计数制是人们利用数学符号按进位原则进行数据大小计算的方法



- (C) 所有计数制都是按“逢十进一”的原则计数  
 (D) 人们通常根据实际需要和习惯来选择数制
- 9-31 下列关于机器语言的说法中,错误的是( )。  
 (A) 机器语言是机器指令的集合  
 (B) 机器语言由二进制代码组成  
 (C) 机器语言是计算机能直接识别的语言  
 (D) 机器语言是用“助记符”说明操作码
- 9-32 下面是关于解释程序和编译程序的叙述,其中正确的一条是( )。  
 (A) 编译程序、解释程序均能产生目标程序  
 (B) 编译程序、解释程序均不能产生目标程序  
 (C) 编译程序能产生目标程序,解释程序不能产生目标程序  
 (D) 编译程序不能产生目标程序,而解释程序能产生目标程序
- 9-33 配置高速缓冲存储器(Cache)是为了解决( )。  
 (A) 内存与辅助存储器之间速度不匹配问题  
 (B) CPU 与辅助存储器之间速度不匹配问题  
 (C) CPU 与内存之间速度不匹配问题  
 (D) 主机与外设之间速度不匹配问题
- 9-34 OSI 模型有( )层。  
 (A) 5 (B) 6 (C) 7 (D) 8
- 9-35 OSI 模型中的( )层网络用户可以使用邮件服务、文件传输等。  
 (A) 数据连接 (B) 会话 (C) 传输 (D) 应用
- 9-36 用于传输文件协议的是( )。  
 (A) FTP (B) SMTP (C) TELNET (D) HTTP
- 9-37 在 CPU 中 ALU 的主要作用是( )。  
 (A) 产生一系列的控制信号以控制计算机中的所有部件按指令操作  
 (B) 实现指令所指定的各种算术和逻辑运算操作  
 (C) 存放指令、指令地址、操作数及运算结果等  
 (D) 连接 CPU 内部各部件,为信息传送提供通路
- 9-38 下面存储容量单位之间换算关系正确的是( )。  
 (A) 1 GB = 1 024 B (B) 1 GB = 1 024 KB (C) 1 GB = 1 024 MB (D) 1 GB = 1 024 TB
- 9-39 在 CPU 中控制部件的主要作用是( )。  
 (A) 按微操作信号控制计算机中的所有部件按指令操作  
 (B) 实现指令所指定的各种算术和逻辑运算操作  
 (C) 存放指令、指令地址、操作数及运算结果等  
 (D) 连接 CPU 内部各部件,为信息传送提供通路
- 9-40 采用( )可以准确定位一个 WEB 页在 Internet 中的地址。  
 (A) URL 地址 (B) E-mail 地址 (C) IP 地址 (D) 域名

## 习题答案

9-1 (D)

9-2 (B)。解题思路:计算机地址总线所包含的二进制位数确定了寻址范围,数据总线所包含的二进制位数称为字长。

9-3 (B) 9-4 (A) 9-5 (C) 9-6 (D) 9-7 (C) 9-8 (D) 9-9 (A)

9-10 (C) 9-11 (B)

9-12 (B)。解题思路:在批处理兼分时的系统时,后台作业是批处理投入的作业,交互方式的分时是前台作业,前台作业优先,系统及时响应前台作业。

9-13 (D) 9-14 (B)

9-15 (D)。解题思路:操作系统中的进程与程序不同。程序是静态的,进程是动态的,程序是指令集合,进程是程序运行的轨迹。进程还具有并发性、独立性和异步性。

9-16 (D)

9-17 (B)。解题思路:根据采样定理,在对模拟声音信号采集时,采样频率不应低于声音信号最高频率的2倍。

9-18 (C)。解题思路:用4个十进制数表示IP地址,每个十进制数,最大范围应为0到255,数字之间用圆点分割,除选项(C)外,其他3个选项中,都存在超过255的数。

9-19 (D)

9-20 (A)。解题思路:可用非零无符号二进制整数1,1右边加两个零形成一个新的二进制数100,新数的值是原数值的4倍。

9-21 (B)。解题思路:都化成二进制无符号整数:

(A)  $(10010010)_2$ , (B)  $(221)_8 = (10010001)_2$ , (C)  $(147)_{10} = (10010011)_2$ , (D)  $(94)_{16} = (10010100)_2$ , 可见最小的是(B)。

9-22 (C)。解题思路:一台彩显的分辨率是 $1\ 280 \times 1\ 024$ ,像素是 $1\ 280 \times 1\ 024$ ,像素颜色深度为24位,需要 $1\ 280 \times 1\ 024 \times 24$ 个二进制位存储,显示存储器容量用MB,需要至少应有 $1\ 280 \times 1\ 024 \times 24 \div 8 \div 1\ 024^2 (3.75\ MB)$ ,因此至少要4 MB显示存储器容量。

9-23 (B)。解题思路:像素颜色数是256,则像素颜色深度为8位( $2^8 = 256$ ),CRT的分辨率是 $1\ 024 \times 1\ 024$ 像素,需要 $1\ 024 \times 1\ 024 \times 8$ 个二进制位存储,显示存储器容量用MB,需要至少应有 $1\ 024 \times 1\ 024 \times 8 \div 8 \div 1\ 024^2 (1\ MB)$ ,因此至少要1 MB显示存储器容量。

9-24 (D) 9-25 (A) 9-26 (D) 9-27 (B) 9-28 (D) 9-29 (B) 9-30 (C)

9-31 (D)。解题思路:机器语言是机器指令的集合,位样式是二进制代码,计算机能直接识别机器语言,“助记符”说明操作码是汇编语言。

9-32 (C)。解题思路:编译程序能产生目标程序,解释程序不能产生目标程序。

9-33 (C)。解题思路:目前微机在CPU和主板上都配有高速缓冲存储器(Cache),解决CPU与内存储器之间速度不匹配问题。

9-34 (C)

9-35 (D)。解题思路:OSI模型中的应用层是最高层,为网络用户提供环境和手段,如邮件服务、文件传输等。

9-36 (A) 9-37 (B) 9-38 (C)

9-39 (A)。解题思路:指令寄存器存指令,指令译码器进行译码,产生一系列微操作信号,控制部件用微操作信号控制计算机中的其他部件。

9-40 (A)

# 工程管理基础

# 10

# 工程经济

## 考试大纲

### 10.1 资金的时间价值

资金时间价值的概念;利息及计算;实际利率和名义利率;现金流量及现金流量图;资金等值计算的常用公式及应用;复利系数表的应用。

### 10.2 财务效益与费用估算

项目的分类;项目计算期;财务效益与费用;营业收入;补贴收入;建设投资;建设期利息;流动资金;总成本费用;经营成本;项目评价涉及的税费;总投资形成的资产。

### 10.3 资金来源与融资方案

资金筹措的主要方式;资金成本;债务偿还的主要方式。

### 10.4 财务分析

财务评价的内容;盈利能力分析(财务净现值、财务内部收益率、项目投资回收期、总投资收益率、项目资本金净利润率);偿债能力分析(利息备付率、偿债备付率、资产负债率);财务生存能力分析;财务分析报表(项目投资现金流量表、项目资本金现金流量表、利润与利润分配表、财务计划现金流量表);基准收益率。

### 10.5 经济费用效益分析

经济费用和效益;社会折现率;影子价格;影子汇率;影子工资;经济净现值;经济内部收益率;经济效益费用比。

### 10.6 不确定性分析

盈亏平衡分析(盈亏平衡点、盈亏平衡分析图);敏感性分析(敏感度系数、临界点、敏感性分析图)。

### 10.7 方案经济比选

方案比选的类型;方案经济比选的方法(效益比选法、费用比选法、最低价格法);计算期不同的互斥方案的比选。



## 10.8 改扩建项目经济评价特点

改扩建项目经济评价特点。

## 10.9 价值工程

价值工程原理;实施步骤。

# 复习指导

勘查设计注册工程师执业资格考试公共基础考试的工程经济部分包括资金时间价值、财务效益与费用估算等9节内容,考试题量为8题。内容虽然很广泛,但均围绕着一个主线,即如何从经济角度评价建设项目。

“10.1 资金时间价值”涉及了进行项目经济评价的基础知识,项目经济评价应以动态分析为主,主要评价指标都要考虑资金的时间价值;10.2至10.4是有关项目财务评价的内容,“10.2 财务效益与费用估算”和“10.3 资金来源与融资方案”是进行项目财务现金流量分析的基础,“10.4 财务分析”涉及了项目财务评价过程和内容;“10.5 经济费用效益分析”涉及了如何从资源合理配置角度,分析项目投资的经济效率和对社会福利做出的贡献;“10.6 不确定性分析”涉及了如何分析不确定性因素对项目经济评价结果的影响;“10.7 方案经济比选”涉及了不同类型方案组的比较方法;“10.8 改扩建项目经济评价特点”涉及了改扩建项目经济评价的具体方法;“10.9 价值工程”涉及了价值工程这一常用的技术经济分析方法的原理和步骤。

“工程经济”大纲涉及的内容虽然很广泛,但考核的内容主要是基本概念、基本理论、基本方法及运算三个方面,复习时应按考试大纲要求,掌握好这些“基本”内容,这是备考的基本条件。

“工程经济”试题形式虽然均为“四选一”形式的单项选择题,但试题的考核方式分为三种:一是直接考核基本概念和原理;二是考核根据基本原理和方法进行分析判断的能力;三是考核计算分析能力。其中后两种考核方式需要灵活运用所学知识,掌握一些解题技巧。下面用例题具体说明。

【例10-1】 在下述各项中,属价值工程核心的是( )。

- (A)对象选择 (B)功能评价 (C)方案评价 (D)功能分析

答案:(D)

分析:本题主要考核价值工程的基本概念和原理,需要有一定的工程经济知识面,但深度要求不高。

【例10-2】 某常规投资项目,当折现率取15%时,净现值为10万元,则该项目的内部收益率( )。

- (A)小于15% (B)大于15%  
(C)等于15% (D)等于15%与基准收益率的差

答案:(B)

分析:本题不需要计算,仅需要根据内部收益率和净现值的关系进行判断分析。对于常规项目而言,随着折现率的提高,项目的净现值会单调递减,因此要想使净现值等于零,使用的折现率(即内部收益率)肯定大于15%。本题解题的关键是对原理有一定深入的理解。

【例 10-3】 现有一笔 10 万元的债务,若要求每年年末偿还 3 万元,年利率为 10%,则该债务可在( )年还清。已知: $(A/P, 10\%, 4) = 0.315 5$ ,  $(A/P, 10\%, 5) = 0.263 4$ ,  $(A/P, 10\%, 6) = 0.229 6$ ,  $(A/P, 10\%, 7) = 0.205 4$ ,  $(A/P, 10\%, 8) = 0.187 4$ 。

(A)4-5 (B)5-6 (C)6-7 (D)7-8

答案:(A)

分析:本题需要先计算,再根据结果进行分析。用每年年末偿还额 3 万除以给出的 5 个资金回收系数,可以发现 4 年末无法还清债务,而 5 年末已经还清债务。因此债务可在 4~5 年间还清。本题解题关键是要灵活运用学过的公式,解决各种实际问题。

## 复习内容

### 10.1 资金的时间价值

要求:熟悉资金时间价值的概念;了解利息及单利、复利计算方式;熟练掌握实际利率和名义利率的计算方法;了解现金流量的概念及现金流量图的含义;熟练掌握资金等值计算的常用公式,能够进行简单应用;学会使用复利系数表。

#### 10.1.1 资金时间价值的概念

在经济生活中存在这样一种现象:现在的 1 元钱和 1 年以后的 1 元钱的经济价值不相等,即使不存在通货膨胀,现在的 1 元钱比一年后的 1 元钱经济价值要大些。这是因为一笔钱存入银行,随着时间的推移和获得利息,把它用于投资可获得利润。如果货币作为社会生产资金投入生产或流通领域,参与再生产过程,就会带来利润,得到增值。这个增值采取了随时间推移而增值的外在形式,故称之为资金的时间价值。

资金时间价值是工程经济学的基础概念之一。在工程经济计算中,无论是工程完成后所发挥的经济效益还是工程建造中所消耗的人力、物力和资源,最后都是以价值形态,即资金的形式表现出来。在资金运动过程中,新创造的价值形成资金增值,即资金的时间价值。

由于资金存在时间价值,致使不同点发生的资金流量不能直接进行比较。资金必须与时间结合,才能表现出其真正的价值。

资金时间价值的表现形式是利息和利润。对于储蓄投资来说,表现形式为利息,即放弃使用资金所获的报酬。因为对于投资者由于出借资金,因而它就不能用于消费或其他投资,因此它的福利损失或其他投资损失就要用利息来补偿;对项目投资来说,表现形式为利润。由于项目投资存在着风险和机会成本,因此只有当未来项目的收益能显著超过目前的投资时,人们才会赞成这笔用于增加资金的支出,即投资该项目,而这种由于时间所产生的价值就是投资的利润。

利息和利润是衡量资金时间价值的绝对尺度,其多少和投资额有关,所以在项目技术经济分析中往往用利率作为衡量资金时间价值的相对尺度。在实践中,社会平均的资金收益率通常用作资金时间价值的衡量尺度,用  $R$  表示。 $R = R_1 + R_2 + R_3$ ,其中: $R_1$ 是考虑时间因素补偿的收益率; $R_2$ 是考虑通货膨胀因素补偿的收益率; $R_3$ 是考虑风险因素补偿的收益率。

#### 10.1.2 利息及其计算

##### 1. 利息

利息是占用资金所付代价或放弃使用资金所获报酬,它是资金时间价值的一种体现,它是

资金在某一固定时间间隔后(一般为一年)所得到的增值。在借贷过程中,债务人支付给债权人超过本金的部分就是利息。

$$I = F - P \quad (10.1-1)$$

式中: $I$ 为一定时期内所得的利息额; $P$ 为本金; $F$ 为本金与利息之和(简称本利和)。

## 2. 利率

利率是指在一定时期内所得利息额与借贷本金的比率。利率期间通常以一年为周期,也有小于一年的(如半年、季、月或天)。用以表示利率的时间单位称为计息周期(计息期)。

$$i = I/P \times 100\% \quad (10.1-2)$$

式中: $i$ 为利率。

## 3. 利息的计算

当一项经济活动的计息周期在一个以上时,利息的计算方式有两种,即单利和复利。

### (1) 单利的计息方式

单利是指在计算利息时,仅对投入的本金计算利息,上一个计息周期产生的利息在下一个计息周期不再计息,即不考虑利息的时间价值。其利息的计算公式如下:

$$I = P \times i \quad (10.1-3)$$

而  $n$  期末单利计息方式的本利和  $F$  等于本金加上利息,即

$$F = P(1 + i \cdot n) \quad (10.1-4)$$

式中: $n$ 为计息次数。

在利用上述公式计算本利和  $F$  时,要注意式中  $i$  的计息周期和  $n$  的时间单位要一致。此外单利法的隐含假设是每年的盈利不再投入到社会再生产中,这不符合资金运动的实际情况。故在工程经济分析中要采用复利的方法计算利息。

### (2) 复利的计息方式

为了使借款及投资活动中所有的货币都按同样标准产生时间价值,那末对尚未支付的利息也应当以同样的利率计算利息,即“利生利”、“利滚利”,这种计算方法就是复利。计算公式为

$$I_t = I \times F_{t-1} \quad (10.1-5)$$

式中: $I_t$ 为第  $t$  个计息周期的利息; $F_{t-1}$ 为第  $(t-1)$  期期末的本利和。

而  $n$  期末复利计息方式的本利和  $F$  为

$$F = P(1 + i)^n \quad (10.1-6)$$

## 10.1.3 名义利率和实际利率

利率的一定时间通常以年为周期,它可以与计息周期相同也可以不同。在工程经济中由于采用复利的计息方式,当利率的时间单位和计息周期不一致时,就出现了名义利率和实际利率。

### 1. 名义利率

名义利率是指计息周期利率  $i$  与利率的时间单位内计息周期数  $m$  的乘积。名义利率为年利率,用  $r$  表示。

$$r = i \times m \quad (10.1-7)$$

若月利率为 1%,则年名义利率为 12%。很显然,计算名义利率时忽略了前面各期利息再生利息的因素,这与单利的计算相同。



## 2. 实际利率

实际利率是将利率时间单位内的利息再生因素考虑在内计算出的利率,即用利率时间单位内产生的总体利息与本金之比,也称为有效利率,用  $i$  表示。根据利率的概念,即可推导出名义利率和实际利率的关系。

若利率的时间单位为年,在一年内计息  $m$  次,则年名义利率为  $r$ ,计息周期利率为  $i = r/m$ 。设年初有本金  $P$ ,根据复利的计算公式,一年后的本利和为

$$F = P(1 + \frac{r}{m})^m \quad (10.1-8)$$

根据利息的定义,一年内的利息(利率时间单位内产生的总体利息) $I$ 为

$$I = F - P = P(1 + \frac{r}{m})^m - P = P[(1 + \frac{r}{m})^m - 1] \quad (10.1-9)$$

再根据实际利率的定义可得实际利率  $i$  为

$$i = \frac{I}{P} = (1 + \frac{r}{m})^m - 1 \quad (10.1-10)$$

**【例 10.1-1】** 若银行贷款年名义利率为 6%,按月计息,求该贷款年实际利率。

**解:**按照公式(10.1-10),该贷款的年实际利率为

$$i = (1 + \frac{6\%}{12})^{12} - 1 = 6.17\%$$

可见,名义利率与实际利率在数值上是不相等的。除年计息一次时名义利率等于实际利率之外,实际利率一般大于名义利率。

### 10.1.4 现金流量及现金流量图

#### 1. 现金流量

设备投资的目的是为了将来获得更大回报,因此投资的定义可以是:为期望取得利润而支付出去的资金。所以在设备建造过程中存在着复杂的资金运动,这种不断运动的资金流就成为现金流量。流入这个过程的的资金称为现金流入,流出这个过程的资金称为现金流出,现金流入用  $CI$  表示,现金流出用  $CO$  表示,同一时点现金流入与现金流出的差额叫净现金流量,用  $NCF$  表示。

$$NCF_t = (CI - CO)_t \quad (10.1-11)$$

#### 2. 现金流量图

把现金流量作为时间的函数,用一个二维的图形表示,叫现金流量图,见图 10.1-1。运用现金流量图,就可以全面、形象、直观地表达出设备工程形成过程中经济系统的资金运动状态。现金流量图的做法如下。

①横轴表示时间轴,将横轴分为  $n$  等份,注意第  $n-1$  期终点和第  $n$  期的始点是重合的。每一等份代表一个时间单位,可以是年、半年、季、月或天。

②与横轴垂直向下的箭头代表现金流出,与横轴垂直向上的箭头代表现金流入,箭头的长短与金额的大小成比例。

③代表现金流量的箭头与时间轴的交点即表示该现金流量发生的时间。

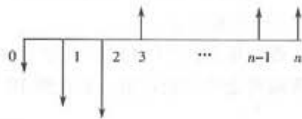


图 10.1-1 现金流量图



由此可知,要正确绘制现金流量图,必须把握好现金流量的三要素,即现金流量的大小、方向和时间点。

现金流量图与立脚点有关,从借款人角度出发和从贷款人角度出发所绘现金流量图不同。例如,某人向银行借款5万元,年利率4%,5年后一次归还本利和为 $5(1+4\%)^5=6.0833$ 万元,从借款人角度和从贷款人角度所绘现金流量图见图10.1-2和10.1-3。项目经济评价是从贷款人角度对项目进行分析,即先有支出,后有收入。

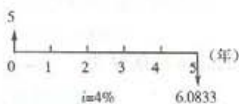


图 10.1-2 借款人角度

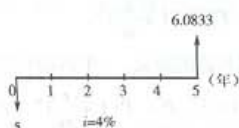


图 10.1-3 贷款人角度

## 10.1.5 资金等值计算的公式及应用

### 1. 资金等值

由于资金具有时间价值,使得在不同时点上绝对数值不等的资金可能具有相等的价值。在特定利率下,不同时点上绝对数额不等而经济价值相等的若干资金被称为资金等值。影响资金等值的因素有三个,即资金额的大小、计息期数、利率的大小。

由于资金时间价值的存在,致使不同时间点上发生的现金流量不能直接进行比较。因此在对项目进行经济分析时,首先应对其收益和费用进行时间价值的等值变换,即将不同时间上的资金价值转换为相同时点(一个或多个)上的价值,使其具有时间上的可比性。

### 2. 有关资金等值计算的几个概念

#### (1) 现值

现值(记为 $P$ ),即资金发生在(或折算为)某一特定时间序列始点时的价值。在利息计算中,它一般代表本金;在经济评价和方案比较中,它一般代表现金流量图中位于0点的一笔投资,或是整个项目折算到0点的价值。

#### (2) 终值

终值(记为 $F$ ),即资金发生在(或折算为)某一特定时间序列终点的价值。在利息计算中,它一般指本金经过 $n$ 期利息计算以后所具有的终值,也叫本利和。在经济分析和方案比较中,它一般是指相对于现值的以后某一时间的价值。

#### (3) 等额年金

等额年金(记为 $A$ ),即指发生在(或折算为)某一特定时间序列各计算期末(不包括零期)的等额资金序列的价值。如在图10.1-4中,1至 $n$ 期期末的资金流量都相等,即为等额年金。



图 10.1-4 等额年金

#### (4) 计息期数

计息期数(记为 $n$ ),计息期可以取年、半年、季或月等。在项目经济评价中,一般计息期设为年。

## (5) 折现率

折现率或计算期利息(记为*i*)指用于等值计算的资金收益率。

## 3. 等值变换公式

资金等值在工程经济中是很重要的一个概念,在分析一项投资活动是否值得进行的时候,就是要看该活动流入的价值是否大于流出的价值,而由于通常的经济活动投资在先,收益在后,所以就要想办法找出它们的资金等值,所利用的公式就称为资金等值变换公式。

资金等值变换包括现值与终值的相互变换、等额年金与现值的相互变换、等额年金与终值的相互变换,计算方法与复利计息的方法完全相同。

## (1) 现值到终值的等值变换——一次支付复利公式

即已知*P*、*i*、*n*,求*F*。计算公式为

$$F = P(1+i)^n \quad (10.1-12)$$

式中: $(1+i)^n$ 被称为一次支付复利系数,或称为终值系数,记为 $(F/P, i, n)$ 。如 $(F/P, 5\%, 6)$ 表示已知现值求终值,利率为5%,计息期为6期。

## (2) 终值到现值的等值变换——一次支付现值公式

即已知*F*、*i*、*n*,求*P*。计算公式为

$$P = F(1+i)^{-n} \quad (10.1-13)$$

式中: $(1+i)^{-n}$ 被称为现值系数,记为 $(P/F, i, n)$ 。如 $(P/F, 5\%, 5)$ 表示已知终值求现值,利率为5%,计息5期。

## (3) 等额年金向终值的等值变换——等额年金终值公式

等额年金向终值的等值变换如图 10.1-5 所示。如果利率为*i*,则年金*A*与*n*期末的终值*F*之间的变换关系为

$$F = A \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (10.1-14)$$

式中: $\frac{(1+i)^n - 1}{i}$ 被称为年金终值系数,记为 $(F/A, i, n)$ 。

公式(10.1-14)推导如下:

$$F = A(1+i)^{n-1} + A(1+i)^{n-2} + \cdots + A(1+i) + A \quad (1)$$

①式两边同乘 $(1+i)$ 得

$$F(1+i) = A(1+i)^n + A(1+i)^{n-1} + \cdots + A(1+i)^2 + A(1+i) \quad (2)$$

②-①得

$$F \cdot i = A(1+i)^n - A$$

$$F = A \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

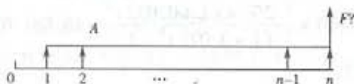


图 10.1-5 等额年金向终值的等值变换

(4) 终值向等额年金的等值变换——等额存储偿债基金公式  
将终值  $F$  变换为  $n$  期内等额年金  $A$  的公式为

$$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (10.1-15)$$

式中:  $\frac{i}{(1+i)^n - 1}$  被称为偿债基金系数, 记为  $(A/F, i, n)$ 。

(5) 等额年金向现值的等值变换——等额年金现值公式

等额年金向现值的等值变换如图 10.1-6 所示。将  $n$  期内等额年金  $A$  变换为现值  $P$  的公式为

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (10.1-16)$$

式中:  $\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$  被称为年金现值系数, 记为  $(P/A, i, n)$ 。当  $n \rightarrow \infty$  时,  $P \rightarrow \frac{A}{i}$ 。

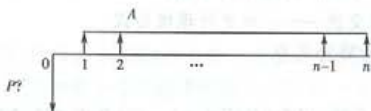


图 10.1-6 等额年金向现值的等值变换

(6) 现值向等额年金的等值变换——等额资金回收公式

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (10.1-17)$$

式中:  $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$  称为资金回收系数, 记为  $(A/P, i, n)$ 。当  $n$  足够大时, 资金回收系数等于  $i$ 。

#### 4. 资金等值计算的应用

**【例 10.1-2】** 某设备准备在 5 年后大修, 需大修费用 50 万元,  $i = 7\%$ , 问从现在起每年应存入多少钱以备将来大修所需?

解: 这是一个已知终值  $F$ , 求等额年金  $A$  的问题。根据等额存储偿债基金公式, 有

$$A = F \frac{i}{(1+i)^n - 1} = \frac{50 \times 7\%}{(1+7\%)^5 - 1} = 8.7 \text{ (万元)}$$

即从现在起每年应存入 8.7 万元。

**【例 10.1-3】** 某企业从银行贷款 100 万元, 用于购买某设备, 若偿还期为 8 年, 每年末偿还相等的金额, 贷款利率为 7.2%, 每年末应偿还多少?

解: 这是一个已知现值  $P$ , 求等额年金  $A$  的问题。根据等额资金回收公式, 有

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = 100 \times \frac{7.2\% \times (1+0.072)^8}{(1+0.072)^8 - 1} = 16.88 \text{ (万元)}$$

即每年应偿还 16.88 万元贷款。

#### 10.1.6 复利系数表的应用

如前所述, 在应用资金等值变换公式进行资金时间价值计算时, 需使用各种复利系数。为了计算方便, 可以利用复利系数表查出对应的复利系数。复利系数表一般有两种显示方式: 一

是根据系数的种类(如复利终值系数、年金终值系数)分别列表;另一种方式是按不同的利率(如1%、2%……)计算各种系数分别列表。本书介绍的是第一种复利系数表。

表10.1-1是复利终值系数表(因篇幅所限,只选取了部分数据)。系数查找方式为:在“复利终值系数表”第一行中找到要查找的利率,再在第一列中找到要查找的期(年)数,对应的行与列交叉点即为该利率下的复利终值系数。如查复利终值系数( $F/P$ , 6%, 7),在表中对应的系数为1.504。其他复利系数表的使用方法与表10.1-1相同。

【例10.1-4】某公司向金融机构贷款1000万元,年复利率为6%,试问5年后该公司连本带利需偿还多少?

解:这是一个已知现值 $P$ ,求终值 $F$ 的问题。根据一次支付终值公式,有

$$F = P(1+i)^n = P(F/P, 6\%, 5)$$

查表10.1-1得( $F/P, 6\%, 5$ ) = 1.338,代入式中,得

$$F = 1000 \times 1.338 = 1338 \text{ (万元)}$$

表 10.1-1 复利终值系数表(部分)

$i(\%)$ $n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090
2	1.020	1.040	1.061	1.082	1.103	1.124	1.145	1.166	1.188
3	1.030	1.061	1.093	1.125	1.158	1.191	1.225	1.260	1.295
4	1.041	1.082	1.125	1.170	1.216	1.262	1.311	1.360	1.412
5	1.051	1.104	1.158	1.217	1.276	1.338	1.403	1.469	1.539
6	1.062	1.126	1.191	1.265	1.340	1.419	1.501	1.587	1.677
7	1.072	1.149	1.225	1.316	1.407	1.504	1.606	1.714	1.828
8	1.083	1.172	1.260	1.369	1.477	1.594	1.718	1.851	1.993
9	1.094	1.195	1.295	1.423	1.551	1.689	1.838	1.999	2.172

## 10.2 项目经济评价中的财务效益费用估算

要求:了解项目的分类和项目计算期;熟悉财务效益与费用的内容;掌握营业收、补贴收入、建设投资、建设期利息、流动资金、总成本费用、经营成本的概念、内容和估算方法;熟悉项目评价涉及的各种税费;了解总投资形成的各项资产。

### 10.2.1 项目经济评价概述

#### 1. 项目的分类

建设项目可以从不同角度进行分类:①按项目的目标不同,可分为经营性项目和非经营性项目;②按项目的产出属性(产品或服务)不同,可分为公共项目和非公共项目;③按项目的投资管理形式不同,可分为政府投资项目和企业投资项目;④按项目与企业原有资产的关系不同,可分为新建项目和改扩建项目;⑤按项目的融资主体不同,可分为新设法人项目和既有法人项目。

#### 2. 项目经济评价含义和内容

项目经济评价是项目前期研究工作的重要内容,它是根据国民经济和社会发展以及行业、地区发展规划的要求,在项目初步方案的基础上,采用科学、规范的分析方法,对拟建项目建设



期、生产期内投入产出诸多经济因素进行调查、预测、研究、计算和验证,对其财务可行性和经济合理性进行分析论证,做出全面评价,为项目的科学决策提供经济方面的依据。

项目经济评价的内容及侧重点,应根据项目性质、项目目标、项目投资者、项目财务主体以及项目对经济与社会的影响程度等具体情况选择确定。

### (1) 财务评价

财务评价是在国家现行财税制度和价格体系的前提下,从项目的角度出发,计算项目范围内的财务效益和费用,编制财务分析报表,分析项目的盈利能力和清偿能力,评价项目在财务上的可行性。

对于一般项目,财务分析的结果将对其决策、实施和运营产生重大影响,因此财务分析是项目经济评价必不可少的组成部分。对于费用效益计算比较简单、建设期和运行期比较短、不涉及进出口平衡等的一般项目,如果财务评价的结论能够满足投资决策需要,可不进行经济费用效益分析。

### (2) 经济费用效益分析

对于那些关系国家安全、国土开发、市场不能有效配置资源等具有较明显外部效果的项目(一般为政府审批或核准的项目),需要从国家经济整体利益角度来考察项目,并以能反映资源真实价值的影子价格来计算项目的经济效益和费用,通过经济评价指标的计算和分析,得出项目是否对整个社会经济有益的结论。

对于特别重大的建设项目,除进行财务分析与经济费用效益分析外,还应专门进行对区域经济或宏观经济影响的研究和分析。

## 3. 项目计算期

项目的计算期是指经济评价中为进行动态分析所设定的期限,包括建设期和运营期。建设期是指项目资金正式投入开始到项目建成投产为止所需要的时间,可按合理工期或预计的建设进度确定;运营期分为投产期和达产期两个阶段。投产期是指项目投入生产,但生产能力尚未完全达到设计能力时的过渡时期;达产期是指生产运营达到设计预期水平后的时间。运营期一般应以项目主要设备的经济寿命期确定。

计算期较长的项目多以年为计算单位。对于计算期较短的行业项目(如油田钻井开发项目、高科技产业项目等),在较短的时间间隔内(如月、季、半年或其他非日历时间间隔)现金流水平有较大变化,这类项目不宜用“年”做计算现金流量的时间单位,可根据项目的具体情况选择合适的计算现金流量的时间单位。

## 10.2.2 财务效益与费用估算

财务效益与费用估算是财务分析重要的基础工作,正确的财务评价结论必须在全面、准确的相关数据支持下才能做出。

### 1. 财务效益的估算

项目的财务效益是指项目实施后所获得的营业收入。对于适用增值税的经营性项目,除营业收入外,其可得到的增值税返还也应作为补贴收入计入财务收益;对于非经营性项目,财务效益应包括可能获得的各种补贴收入。

#### (1) 营业收入

营业收入是财务分析的重要数据,是指经营性项目在运营期通过销售产品或者提供服务所获得的收入,是现金流量表中现金流入的主体,也是利润表的主要项目。在对工业项目进行

经济评价时,一般需假设当期的产出当期全部销售。

营业收入估算的基础数据包括产品或服务的数量 and 价格。在估算营业收入时应对市场预测的相关结果以及建设规模、产品或服务方案进行概括的描述或确认,特别应对采用价格的合理性进行说明。

分年运营量可根据经验确定负荷率后计算或通过制定销售(运营)计划确定。

## (2) 补贴收入

某些项目还应按有关规定估算企业可能得到的补贴收入,补贴收入包括如下内容。

①先征后返的增值税。对于国家鼓励发展的经营性项目,可以获得增值税的优惠,先征后返的增值税应记作补贴收入,作为财务效益进行核算。

②按销量或工作量等依据国家规定的补贴定额计算并按期给予的定额补贴。

③属于财政扶持而给予的其他形式的补贴。

## 2. 财务费用的估算

财务费用则包括项目投资、成本费用和税金等支出。其中项目总投资包含建设投资、建设期利息和流动资产投资三部分。在确定项目融资方案前,可先对项目投资(不含建设期贷款利息)、营业收入和经营成本进行估计。当需要继续进行融资后财务分析时,可在初步融资方案的基础上再进行建设期利息的估算,通过还本付息计算求得运营期各年的利息。

### 1) 建设投资

建设投资由工程费用(建筑工程费、设备购置费、安装工程费)、工程建设其他费用和预备费(基本预备费和涨价预备费)组成,可按概算法或形成资产法分类。

按照概算法分类,建设投资由工程费用、工程建设其他费用和预备费三部分构成。其中工程费用由设备工器具购置费、建筑与安装工程费构成。工程建设其他费用是指未纳入工程费用的、由项目投资支付的、为保证工程建设顺利完成和交付使用后能够正常发挥效用而发生的各项费用的总和,一般可分为三类,即土地使用费、与项目建设有关的其他费用和与未来企业生产经营有关的其他费用。预备费包括基本预备费和涨价预备费两部分。

按照形成资产法分类,建设投资由形成固定资产的费用、形成无形资产的费用、形成其他资产的费用和预备费四部分组成。固定资产费用是指项目投资时将直接形成固定资产的建设投资,包括工程费用和工程建设其他费用中按规定将形成固定资产的费用,后者被称为固定资产其他费用,主要包括建设单位管理费、可行性研究费、研究试验费、勘察设计费、环境影响评价费、场地准备和临时设施费、引进技术和引进设备其他费、工程保险费、联合试运转费等。无形资产费用是指将直接形成无形资产的建设投资,主要是专利权、非专利技术、商标权和商标等。其他资产费用是指建设投资中除了形成固定资产和无形资产以外的部分,如生产准备及开办费等。

对于土地使用权可按如下规定处理:在尚未开发或建造自用项目前,土地使用权作为无形资产核算;房地产开发企业开发商品房时,将其账面价值转入开发成本;企业建造自用项目时,将其账面价值转入在建工程成本。为了与以后的折旧和摊销相协调,在建设投资估算表中通常可将土地使用权直接列入固定资产其他费用中。

### 2) 流动资金

项目总投资中的流动资金是运营期内长期占用并周转使用的营运资金,是指在生产经营性项目投产,为进行正常生产运营,用于购买原材料、燃料,支付工资及其他经营费用等所需

的周转资金,即投产后形成的流动资产和流动负债的差额。

按行业或前期研究阶段的不同,流动资金估算可选用分项详细估算法或扩大指标估算法。分项详细估算法是根据资金周转额和周转速度之间的关系,对构成流动资金的各项流动资产和流动负债分别进行估算。在可行性研究中,为了简化计算,仅对存货、现金、应收账款和应付账款四项内容进行估算。扩大指标估算法是根据现有同类企业的实际资料,求得各种流动资金率指标,亦可依据行业或部门给定的参考值或经验确定比率。一般常用的基数有销售收入、经营成本、总成本费用和固定资产投资等。该方法简便易行,但准确度不高。

### 3) 建设期利息

建设期利息是指项目筹措的债务资金在建设期内发生并按规定允许在投产后计入固定资产原值的利息,即资本化利息。建设期利息包括银行借款和其他债务资金的利息以及其他融资费用。其他融资费用是指某些债务融资中发生的手续费、承诺费、管理费、信贷保险费等融资费用,一般情况下应将其单独计算并计入建设期利息。

当建设期用自有资金按期支付利息时,可直接采用名义利率、按照单利计算建设期利息。

在考虑资金时间价值的前提下,建设期利息实行复利计息。为了简化计算,通常假定贷款均在每年的年中支用,借款当年按照半年计息,公式为

$$q_j = (p_{j-1} + \frac{1}{2}A_j) \times i \quad (10.2-1)$$

式中  $q_j$  为建设期第  $j$  年应计利息;  $p_{j-1}$  为建设期第  $j-1$  年末贷款余额,它由第  $j-1$  年末贷款累计再加上此时贷款利息累计;  $A_j$  为建设期第  $j$  年支用贷款;  $i$  为有效年利率。

【例 10.2-1】某建设项目的建设期为 3 年,第一年贷款额为 400 万元,第二年贷款额 800 万元,第三年贷款额 500 万元,贷款年利率为 5%,计算建设期贷款利息。

解:各年利息计算如下

$$q_1 = (p_0 + \frac{1}{2}A_1) \times i = (0 + \frac{1}{2} \times 400) \times 5\% = 10 \text{ (万元)}$$

$$q_2 = (p_1 + \frac{1}{2}A_2) \times i = (400 + 10 + \frac{1}{2} \times 800) \times 5\% = 40.5 \text{ (万元)}$$

$$q_3 = (p_2 + \frac{1}{2}A_3) \times i = (410 + 800 + 40.5 + \frac{1}{2} \times 500) \times 5\% = 75.025 \text{ (万元)}$$

$$q = q_1 + q_2 + q_3 = 10 + 40.5 + 75.025 = 125.525 \text{ (万元)}$$

所以,建设期贷款利息为 125.525 万元。

### 4) 成本费用的估算

按财务评价的特定要求,成本费用有总成本费用和经营成本之分。

#### (1) 经营成本

经营成本是财务分析中对现金流量分析时所使用的特定概念,是项目现金流量表中运营期现金流出的主体部分。经营成本是指总成本费用扣除固定资产折旧费、摊销费、财务费用后的成本费用。其构成如下:

$$\text{经营成本} = \text{外购原材料、燃料和动力费} + \text{工资及福利费} + \text{修理费} + \text{其他费用}$$

(10.2-2)

式中:其他费用是指从制造费用、管理费用和营业费用中扣除了折旧费、摊销费、修理费、工资及福利费以后的其他部分。



## (2) 总成本费用的估算

总成本费用是指在运营期内的一定时期(项目评价中一般指一年)为生产和销售产品提供劳务发生的全部费用,等于经营成本、摊销费和财务费用之和。在项目评价中,总成本费用的估算方式有如下两种。

### ① 生产成本加期间费用估算法

$$\text{总成本费用} = \text{生产成本} + \text{期间费用} \quad (10.2-3)$$

$$\text{式中: 生产成本} = \text{直接材料费} + \text{直接燃料和动力费} + \text{直接工资} + \text{其他直接支出} + \text{制造费用} \quad (10.2-4)$$

$$\text{期间费用} = \text{管理费用} + \text{营业费用} + \text{财务费用} \quad (10.2-5)$$

采用这种方法估算总成本费用时,需要先将各类生产费用分配给各种产品,然后再估算管理费用、营业费用和财务费用,并相加。

### ② 生产要素估算法

$$\begin{aligned} \text{总成本费用} = & \text{外购原材料、燃料和动力费} + \text{工资及福利费} + \text{折旧费} \\ & + \text{摊销费} + \text{修理费} + \text{财务费用} + \text{其他费用} \end{aligned} \quad (10.2-6)$$

这种方法是从估算各种生产要素费用入手,汇总总成本费用,不需要将各种要素费用分配给各种产品,也不必计算各生产环节之间的成本转移,较容易计算可变成成本和固定成本。

## 3. 总投资形成的资产

项目评价中的总投资是指项目建设和投入运营所需的全部投资,包括建设投资、建设期利息和全部流动资金。项目评价中应按有关规定将建设投资中的各分项分别形成固定资产原值、无形资产原值和其他资产原值。形成的固定资产原值可用于计算折旧费,形成的无形资产和其他资产可用于计算摊销费。建设期利息应计入固定资产原值。

总投资中的流动资金与流动负债共同形成流动资产。

### (1) 固定资产

固定资产是指为生产商品、提供劳务、出租或经营管理而持有的,并使用寿命超过一个会计年度的有形资产。在总投资中形成固定资产、构成固定资产原值的费用包括:①工程费用,即建筑工程费、设备购置费和安装工程费;②工程建设其他费用;③预备费(包括基本预备费和涨价预备费);④建设期利息。

### (2) 无形资产

无形资产是指企业为生产商品、提供劳务、出租给他人或为管理目的而持有的,没有实物形态的非货币性长期资产。在总投资中形成无形资产、构成无形资产原值的费用主要包括技术转让费或技术使用费(含专利权和非专利技术)、商标权和商誉等。

### (3) 其他资产

其他资产是指除流动资产、长期投资、固定资产、无形资产以外的其他资产。如长期待摊费用,除购置和建造固定资产以外,所有筹建期间发生的费用,先在长期待摊费用中归集,待企业开始生产经营起计入当期的损益。在总投资中形成其他资产、构成其他资产原值的费用主要包括生产准备费、开办费、出国人员费、来华人员费、图纸资料翻译复制费、样品样机购置费和农业开荒费等。

## 4. 项目评价涉及的税费

项目评价涉及的税费主要包括以下内容。



### 1) 关税

关税是以进出口的应税货物未纳税对象的税种。项目评价中涉及引进设备、技术和进口原材料时,可能需要估算进口关税。我国仅对少数货物征收出口关税。若项目的出口产品属征税货物,应按规定估算出口关税。

### 2) 增值税

增值税是以商品生产流通或劳务服务各个环节的增值额为征税对象征收的一种流转税。在我国,增值税的基本税率为17%。纳税人销售货物或者提供应税劳务,应纳税额为当期销项税额抵扣当期进项税额后的余额。应纳税额计算公式为

$$\text{应纳税额} = \text{当期销项税额} - \text{当期进项税额}$$

增值税在零售环节实行价内税(营业收入中包括增值税),零售前的其他环节实行价外税(在营业收入中不包括增值税)。在财务分析中可采用含增值税价格,也可采用不含增值税价格,并明确说明采取的计价方式。当采用含增值税价格计算销售收入和原材料、燃料动力成本时,利润表和利润分配表以及现金流量表中应单列增值税项目;采用不含增值税价格计算时,利润表和利润分配表以及现金流量表中不包括增值税项目。

根据2009年1月1日修订后实施的《中华人民共和国增值税暂行条例》规定,我国增值税由原来的生产型向消费型转型,允许企业抵扣新购入固定资产所含的增值税。

### 3) 营业税金及附加

营业税金及附加是指企业经营活动应负担的相关税费,是利润及利润分配表中的项目,包括营业税、消费税、城市维护建设税、教育费附加、资源税和土地增值税等。

#### (1) 营业税

营业税是对有偿提供应税劳务、转让无形资产和销售不动产的单位和个人,就其营业收入额征收的一种流转税。交通运输、建筑、金融保险、邮电通信、文化体育、娱乐、服务等行业应按税法规定计算营业税。营业税是价内税,包括在营业收入中。营业税应纳税额一般根据计税金额(计税营业额)和适用税率计算,基本计算公式为

$$\text{应纳税额} = \text{计税营业额} \times \text{适用税率} \quad (10.2-7)$$

式中的“营业额”为含税营业收入。

#### (2) 消费税

消费税是对一些特定消费品和消费行为征收的一种流转税。财务评价中对于适用消费税的产品,应按税法规定计算消费税。

#### (3) 城市维护建设税

城市维护建设税是为筹集城市维护和建设资金而开征的一种地方附加税,以实际缴纳的流转税额(包括增值税、消费税和营业税)为计税依据,与上述三种税同时缴纳。城乡维护建设税根据纳税人所在地的不同,分别规定不同的比例税率。纳税人所在地在市区的,税率为7%;纳税人所在地在县城或镇的,税率为5%;纳税人所在地不在市区、县城或镇的,税率为1%。

#### (4) 教育费附加

教育费附加是为了发展地方教育事业,扩大地方教育经费来源而由地方收取的专项费用。教育费附加计征依据也是流转税额,税率由地方确定。

#### (5) 土地增值税

土地增值税以转让房地产所取得的增值额为征税对象。房地产开发项目应按规定计算土地增值税。

#### (6) 资源税

资源税是国家对在我国境内开采应税矿产品和生产盐的单位和个人,就其应税数量征收的一种税。通常按照矿产品的产量计征。

#### 4) 企业所得税

企业所得税是以企业在一定时期内的纯收入额为征税对象的税种。我国一般企业的所得税率为25%。在财务分析中,应根据税法有关规定正确计算应纳税所得额,并采取适宜的税率计算企业所得税。

### 10.3 资金来源与融资方案

要求:了解资金筹措的主要方式;熟悉资金成本的含义,能够进行简单计算;熟悉债务偿还的主要方式。

#### 10.3.1 项目资金筹措的主要方式

##### 1. 融资主体

在项目融资过程中,首先应明确融资主体,由融资主体进行融资活动,并承担融资责任和风险。项目融资主体的组织形式主要有既有项目法人融资和新设项目法人融资两种形式。既有项目法人融资形式是指依托现有法人进行的融资活动。新设项目法人融资形式是指新组建项目法人进行的融资活动。采用既有法人融资方式,项目所需资金来源于既有法人内部融资、新增资本金和新增债务资金;采用新设法人融资方式,项目所需资金来源于项目公司股东投资的资本金和项目公司承担的债务资金。

##### 2. 项目资本金的来源渠道和筹措方式

项目资本金是指在项目总投资中,由投资者认缴的出资额,对项目来说是非债务性资金,也是获得债务资金的基础。在投资项目的总投资中,除项目法人从银行或资金市场筹措的债务性资金外,还必须拥有一定比例的资本金。项目法人不承担这部分资金的任何利息和债务。投资者可按其出资的比例依法享有所有者权益,也可转让其投资,但一般不得以任何方式抽回。对作为资本金的实物、工业产权、非专利技术、土地使用权,必须经过有资格的资产评估机构依照法律、法规评估作价。

##### 1) 项目资本金的来源渠道

新设项目法人的资本金是项目发起人和投资者为拟建项目所投入的资金。项目资本金来源主要有:政府财政性资金;国家授权投资机构入股的资金;国内外企业入股的资金;社会团体、个人入股的资金;受赠予的资金。

既有项目法人项目资本金的来源主要有:项目法人可用于项目的现金,即库存现金和银行存款等可用于项目投资的资金;资产变现的资金,即变卖现有资产获得的资金;发行股票筹集的资金,原有股东增资扩股资金,吸收新股东的资金;政府财政性资金;国内外企业法人入股资金;受赠予资金。

## 2) 项目资本金的筹集方式

### (1) 股东直接投资

股东直接投资包括政府授权投资机构入股资金、国内外企业入股资金、社会团体和个人入股的资金以及基金投资公司入股的资金,分别构成国家资本金、法人资本金、个人资本金和外商资本金。

### (2) 股票融资

股票融资按发行方式可分为公开间接发行和不开公开直接发行两类。公开间接发行指通过中介机构,公开向社会发行股票;不开公开直接发行指不公开对外发行股票,只向少数特定的对象直接发行,不需中介机构承销。

与其他筹资方式相比,以股票融资(普通股)具有如下优点。

①以股票筹资是一种有弹性的融资方式,股利的支付与否及支付多少,可根据公司财务情况而定。当公司经营不佳或现金短缺时,董事会有权决定不发股息和红利,因而公司的融资风险较低。

②发行普通股筹措的资本无到期日,其投资属永久性性质,公司不需为偿还资金而担心。

③发行普通股筹措的资本是公司最基本的资金来源,它可降低公司负债比率,提高公司的财务信用,增加公司今后的融资能力。

但是股票筹资也有以下一些缺点。

①资金成本较高。首先,从投资者角度来看,购买股票承担的风险比购买债券高,投资者只有在股票的投资报酬高于债券的利息收入时,才愿意购买;其次,对于股份有限公司而言,普通股的股息和红利需从税后利润中支付,不像债券利息那样作为费用从税前支付,因而不具有抵税的作用。此外,普通股的发行费用一般也高于其他证券。

②增发普通股会增加新股东,使原有股东的控制权降低。

### (3) 政府投资

政府投资包括各级政府财政预算内资金、国家批准的各种专项建设基金、统借国外贷款、土地批租收入、地方政府按规定收取的各种费用及其他预算外资金。政府投资主要用于关系国家安全和市场不能有效配置资源的经济和社会领域,包括加强公益性和公共基础设施建设、保护和改善生态环境、促进欠发达地区的经济和社会发展、推进科技进步和高新技术产业化。

对投入的政府投资资金,应根据资金投入的不同情况进行处理:①全部使用政府直接投资的项目,一般为非营利性项目,不需要进行融资方案分析;②以资本金注入方式投入的政府投资资金,应视为权益资金;③以投资补贴、贷款贴息等方式投入的政府投资资金,在项目评价中应视为一般现金流入(补贴收入);④以转贷方式投入的政府投资资金(统借国外贷款),在项目评价中应视为债务资金。

## 3. 项目债务资金的来源渠道和筹措方式

### 1) 项目债务资金的特点

债务资金是项目中除资本金外,需要从金融市场借入的资金。项目债务资金具有以下特点:到期必须偿还,并按期支付利息,增大了融资风险;利息可以作为费用列支,可以降低所得税,因此资金成本一般低于权益资金;不会分散投资者对企业的控制权。



## 2) 债务资金的来源渠道和筹措方式

### (1) 信贷融资

信贷融资是利用信用筹措所需资金的一种方式。主要包括如下形式。

①商业银行贷款,指在金融市场上,由国内外商业银行提供的贷款。

②政策性银行贷款,是为配合国家产业政策等实施,对有关的政策性项目提供的贷款,一般期限较长、利率较低。我国政策性银行有国家开发银行、中国进出口银行和中国农业发展银行。

③外国政府贷款,是一国政府向另一国政府提供的具有一定援助或部分赠予性质的低息优惠贷款。

④国际金融组织贷款,指利用国际货币基金组织、世界银行集团、亚洲开发银行等国际金融组织贷款筹集的债务资金。

⑤出口信贷,是各国为促进和扩大本国产品及设备出口而设立的,分为卖方信贷和买方信贷。卖方信贷是指外国银行将资金贷给本国出口商,以使买方赊购购入产品和设备;买方信贷则是外国银行将资金贷给进口商或进口国银行,约定购买本国出口商的产品和设备,从而达到融通资金的目的。

⑥银团贷款,是由一家银行牵头、多家银行参加的、按照一定的分工和出资比例组成的结构严谨的金融集团,集中资金向某一借款人(或以工程项目)提供的金额较大的中长期贷款。银团贷款是我国利用国外商业贷款融资中的一种比较典型、普遍的方式。

⑦信托投资公司等非银行金融机构提供的贷款。

### (2) 债券融资

债券融资是指项目法人以自身的财务状况和信用条件为基础,通过发行企业债券筹集资金,用于项目建设的融资方式。债券筹资的利息允许在所得税前支付,且可发挥财务杠杆作用,提高自有资金收益率;但债券筹资也具有发行限制条件较多,还本付息负担较重的问题。

### (3) 融资租赁

融资租赁是指由出租人按承租人要求,融通资金购买设备,租给承租人使用,由承租人支付租金获取设备使用权的一种方式。采用这种方式,一般是由承租人选定设备,由出租人购置后租给承租人使用,承租人按期交付租金。租赁期满后,出租人可以将设备作价转让给承租人。这种融资方式实际上是通过租赁设备融通到所需资金,从而形成债务资金。

## 4. 既有法人内部融资

既有法人资产也是项目建设资金的来源之一,在企业资产负债表中表现为企业的现金资产和非现金资产。既有法人内部融资的渠道和方式包括:可用于项目建设的货币资金;资产变现的资金;资产经营权变现的资金;直接使用非现金资产。

## 5. 准股本资金

准股本资金是指具有资本金和债务资金双重性质的资金,主要包括优先股和可转换债券。

### 1) 优先股

优先股是一种介于股本资金和负债之间的融资方式,其优先特征是相对于普通股而言的,它较普通股具有某些优先的权利,主要包括先于普通股分配股利和清算时剩余财产的优先分配权。具体的优先条件须有公司章程予以明确规定。但正因为如此,它在其他方面的权利上又受到了很多限制。优先股股东不参与公司经营管理,没有公司控制权,只支付固定的股息,



一般不参加公司的红利分配。由于优先股先于普通股股东受偿,但后于其他债权人,所以可以视为是一种准股本资金。由于优先股股东没有表决权,发行优先股可以避免股权分散,保证原股东的控制权,同时有利于巩固股权资本的基础,增强举债能力。

相对于其他债务融资方式,优先股通常处于较后的受偿顺序,且股息在税后利润中支付。在项目评价中优先股股票应视为项目资本金。

## 2) 可转换债券

可转换公司债券是公司债券的一种,即这种债券的持有者可根据自己的意愿,在一定的时候按规定的价格转换公司发行的股票。它是一种享有转换特权的公司债券,在转换前是纯粹的公司债,转换后便脱离了公司债的形式,相当于新发行了股票。

可转换债券的性质主要包括以下几方面。

### (1) 可转换性

在规定的转换期限内,投资者可以选择按转换价格(即一般期权的履约价格)转换为一定数量的股票,也可以放弃转换权利,任何公司不得“强制”投资者将其手中的可转换债券转换为股票。由于可转换债券持有人具有将来买入股票(而不是卖出)的权利,因此,可将它看成是一种买进期权,期权的卖方为发行公司。

### (2) 债权性

可转换债券的债权性,主要体现在它具有定期领收息票和债券本金的偿还上。投资者购买了可转换债券后,若在转换期间未将其转换成股票,则发债公司到期必须无条件还本付息。

### (3) 股权性

可转换债券的股权性与其期权性相联系,由于可转换债券是股权衍生出来的产品,它赋予投资者按一定价格买入一定数量股票的权利。只要投资者愿意,可随时将手中的可转换债券(假设为美式可转换债券)转换为股票,成为股权投资者。可转换性确保了投资者能获得股票投资者的所有利益。虽然可转换债券投资者有可能转换为股权投资者,但并不能说明他已经是股权投资者,而且若是欧式可转换债券,则只能在债券到期时才能行使转换权,因此,股权性也只能作为可转换债券的一个隐含属性。

## 10.3.2 资金成本

### 1. 资金成本的含义

资金成本就是企业因在筹集资金和使用资金时所支付的一定代价,即付出筹资费和使用费。筹资费是指企业在筹集资金过程中发生的各种费用,如委托金融机构代理发行股票、债券而支付的注册费和代理费等,向银行借款而支付的手续费等。使用费是指企业因使用资金而向资金提供者支付的报酬,如采用发行股票方式筹集的资金,要向股东们支付利息、红利;采用发行债券和银行贷款方式借入的资金,要向债权人支付利息;使用租入的资产,要向出租人支付租金,等等。由于在不同情况下筹集资金的总额不同,为了便于比较,资金成本通常以相对数来表示,即用资金成本率来表示。

资金成本一般用下式来计算:

$$K = \frac{D}{P - F}$$

或 
$$K = \frac{D}{P(1 - f)}$$

(10.3-1)

式中:  $K$  为资金成本率(一般通称为资金成本);  $P$  为筹集资金总额;  $D$  为使用费;  $F$  为筹资费;  $f$  为筹资费率,即筹资费占筹集资金总额的比率。

资金成本是选择资金来源、拟定筹资方案的主要依据,是评价投资项目可行性的主要经济标准,也可作为评价企业财务经营成果的依据。

## 2. 债务资金成本的计算

考虑货币的时间价值,可采用计算现金流量的方法确定税后债务资金成本。含筹资费用的税后债务资金成本的表达式为

$$P_0(1-F) = \sum_{t=1}^m \frac{I_t}{(1+K_d)^t} + \sum_{t=m+1}^n \frac{P_t + I_t(1-T)}{(1+K_d)^t} \quad (10.3-2)$$

式中:  $P_0$  为债券发行额或长期借款金额,即债务现值;  $F$  为债务资金筹集费率;  $I_t$  为第  $t$  期付息额;  $P_t$  为第  $t$  期末偿还债务本金;  $K_d$  为所得税后债务资金成本;  $T$  为所得税率;  $m$  为建设期;  $n$  为计算期。

在公式(10.3-2)中,等号左边是债务人的实际现金流入,等号右边是债务引起的未来现金流出的现值。由于项目债务资金的还本付息方式多样,因此在实际计算时,可按照公式(10.3-2)计算思路,依据债务具体的还本付息方式对公式进行一定的调整。

对于银行借款或按面值发行的债券而言,若采用一次还本、分期等额付息的方式,且筹资费用相对不高时,可采用简化的资金成本的计算公式如下:

$$K_d = \frac{I(1-T)}{P_0(1-F)} \quad (10.3-3)$$

式中:  $I$  为每年付息额。

其他符号含义同公式(10.3-2)。

## 3. 权益资金成本的计算

### 1) 普通股的资金成本

普通股股东收益一般不固定,它随投资项目的经营状况而改变。普通股股东拥有的财富等于他将来从投资项目预期得到的收益按股东的必要收益率进行贴现而得到的总现值,即股东愿意投资的最低限度必须获得的收益率。低于这个收益率,投资者宁愿把资金投向别处,这个收益率就是普通股的资金成本。普通股成本其测算方法一般有以下三种。

#### (1) 股利折现模型

$$P_0(1-F) = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_t}{(1+K_e)^t} \quad (10.3-4)$$

式中:  $P_0$  为普通股筹资额;  $D_t$  为普通股第  $t$  年的股息;  $K_e$  为普通股股东要求的收益率;  $F$  为普通股筹资费用率。

根据股利折现模型测算普通股资金成本,因实行的股利政策而有所不同。

①如果公司采用固定股利政策,即每年分配现金股利  $D$  元,则其资金成本计算公式为

$$K_e = \frac{D}{P_0(1-F)} \quad (10.3-5)$$

②如果公司采用固定增长股利,股利固定增长比率为  $G$ ,则其资金成本为

$$K_e = \frac{D_1}{P_0(1-F)} + G \quad (10.3-6)$$

式中： $D_1$ 为第一年股利。

公式(10.3.6)被称为鼓励增长模型法。

【例 10.3-1】某项目公司发行普通股筹资 5 000 万元，筹资费率为 4%，第一年股利率为 12%，以后每年增长 5%。普通股股本为

$$\frac{5\,000 \times 12\%}{5\,000 \times (1 - 4\%)} + 5\% = 17.5\%$$

(2) 资本资产定价(CAPM)模型

资本资产定价模型阐述为：普通股投资的必要报酬率等于无风险报酬率加上风险报酬率。按照 CAPM 模型，普通股资金成本计算公式如下：

$$K_s = R_f + \beta(R_m - R_f) \quad (10.3-7)$$

式中： $(R_m - R_f)$ 为市场风险溢价，其中  $R_f$ 为无风险报酬率， $R_m$ 为市场投资组合报酬率； $\beta$ 为股票的贝塔系数。

【例 10.3-2】已知无风险利率为 6%，市场回报率为 8%，某普通股的  $\beta$  系数为 1.5。求该股票的资金成本。

解：根据公式(10.3-7)，该股票的资金成本为

$$K_s = 6\% + 1.5(8\% - 6\%) = 9\%$$

(3) 税前债务成本加风险溢价法

从投资者的角度，股票投资的风险高于债券。因此，普通股的资本成本可以在债务资本成本的基础上再加上股票投资高于债务投资的风险报酬率。

2) 优先股的资金成本

优先股资金成本率可按下式计算：

$$K_p = \frac{D_p}{P_0(1-f)} = \frac{P_0 i}{P_0(1-f)} = \frac{i}{1-f} \quad (10.3-8)$$

式中： $K_p$ 为优先股成本率； $D_p$ 为优先股每年股息； $P_0$ 为优先股票面值； $i$ 为股息率； $f$ 为筹资费率。

优先股票的股息是以所得税后的净利支付，不减少公司的应缴所得税。

【例 10.3-3】某项目公司发行优先股股票，票面额按正常市价计算为 200 万元，筹资费率为 4%，股息年率为 14%，求其资金成本率。

$$\text{解：} K_p = \frac{i}{1-f} = \frac{14\%}{1-4\%} = 14.58\%$$

#### 4. 综合资金成本

由于种种条件的制约，项目不可能只从某种资金成本较低的来源筹集资金，而是各种筹资方式的有机组合。这样，为了进行筹资决策和投资决策，就需要计算全部资金来源的综合资金成本率。它通常是用加权平均来计算的，其计算公式如下：

$$K_w = \sum_{i=1}^n W_i K_i \quad (10.3-9)$$

式中： $K_w$ 为综合资金成本率； $W_i$ 为第  $i$  种资金来源占全部资金的比重； $K_i$ 为第  $i$  种资金来源的资金成本率。

一般来说，降低平均资金成本的途径有两个：一是降低各项资金的成本，例如选择利息较



低的贷款；二是调整企业资金来源结构，尽量提高资金成本较低的资金在全部资金中的比重。

【例 10.3-4】某项目拟筹资 1 000 万元。各种资金来源及其资金成本如表 10.3-1 所示。求这种筹资方案的综合资金成本。

表 10.3-1 资金来源及其所付代价

资金来源	筹资金额/万元	资金成本率/%
长期借款	200	6.06
长期债券	400	6.84
普通股	400	13.25

解：综合资金成本率为

$$K = 20\% \times 6.06\% + 40\% \times 6.84\% + 40\% \times 13.25\% = 9.25\%$$

### 10.3.3 债务偿还的主要方式

项目债务融资一般属于长期债务。长期债务的偿还方式不一，包括：定期支付利息、到期一次性偿还本金的方式；定期等额偿还方式；平时逐期偿还小额本金和利息、期末偿还余下大额部分的方式。第一种偿还方式会加大债务到期时的还款压力，而定期定额偿还又会提高债务的实际利率。

定期等额偿还方式又可分为等额还本付息法和等额还本利息照付方式。项目评价中可以选择等额还本付息方式或者等额还本利息照付方式来计算长期借款利息。

#### 1. 等额还本付息方式

$$A = I_c \times \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (10.3-10)$$

式中： $A$  为每年还本付息额（等额年金）； $I_c$  为还款起始年年年初的借款余额（含未支付的建设期利息）； $i$  为年利率； $n$  为预定的还款期； $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$  为资金回收系数，可以自行计算或查复利系数表。

其中：每年支付利息 = 年初借款余额 × 年利率

每年偿还本金 =  $A$  - 每年支付利息

年初借款余额 =  $I_c$  - 本年以前各年偿还的借款累计

#### 2. 等额还本利息照付方式

设  $A_t$  为第  $t$  年的还本付息额，则有

$$A_t = \frac{I_c}{n} + I_c \times \left(1 - \frac{t-1}{n}\right) \times i \quad (10.3-11)$$

其中：每年支付利息 = 年初借款余额 × 年利率，即

$$\text{第 } t \text{ 年支付的利息} = I_c \times \left(1 - \frac{t-1}{n}\right) \times i$$

$$\text{每年偿还本金} = \frac{I_c}{n}$$



## 10.4 财务分析

要求:了解财务评价的内容;熟练掌握盈利能力分析指标(财务净现值、财务内部收益率、项目投资回收期、总投资收益率、项目资本金净利润率)和偿债能力分析指标(利息备付率、偿债备付率、资产负债率),并能进行相应的计算;了解财务生存能力分析;熟悉财务分析报表(项目投资现金流量表、项目资本金现金流量表、利润与利润分配表、财务计划现金流量表)的内容与格式;熟悉基准收益率的概念和用途。

财务分析是项目经济评价的重要组成部分。对于经营性项目而言,财务分析是在项目财务效益与费用估算的基础上进行,编制财务分析报表,计算财务指标,分析项目的盈利能力、偿债能力和财务生存能力,判断项目的财务可行性,明确项目对财务主体的价值以及对投资者的贡献,为投资决策、融资决策以及银行审贷提供依据。对于非经营性项目,财务分析应主要分析项目的财务生存能力。

### 10.4.1 财务分析的内容

项目决策可分为投资决策和融资决策两个层次。投资决策主要考察项目净现金流的价值是否大于其投资成本,融资决策主要考察资金筹集方案能否满足要求。根据投资决策和融资决策的不同需要,财务分析可分为融资前分析和融资后分析。财务分析一般应先进行融资前分析,即在不考虑债务融资条件下进行的财务分析。在融资前分析结论满足要求的情况下,初步设定融资方案,再进行融资后分析,即在设定的融资方案基础上进行的财务分析。在项目初期研究阶段,也可只进行融资前分析。

#### 1. 融资前财务分析

融资前分析一般只需进行盈利能力分析,应以动态分析(折现现金流量分析)为主,静态分析(非折现现金流量分析)为辅,针对总项目投资现金流量(不区分资金来源,见表10.4-1),计算项目投资内部收益率、净现值,也可计算投资回收期指标。

融资前分析排除了融资方案变化的影响,从项目投资总获利能力角度考察项目方案设计的合理性。融资前分析计算的相关指标,应作为初步投资决策与融资方案研究的依据和基础。

#### 2. 融资后财务分析

融资后财务分析应以融资前分析和初步融资方案为基础,主要针对项目资本金现金流量和投资各方现金流量进行分析,考察项目在拟定融资条件下的盈利能力、偿债能力和财务生存能力等内容。融资后分析是比选融资方案,进行项目融资决策和投资者最终做出出资决策的依据。

融资后的盈利能力分析也应包括动态分析和静态分析两个方面。其中动态分析包括两个层次,即项目资本金现金流量分析和投资各方现金流量分析。静态分析包括依据利润与利润分配表计算项目资本金利润率(ROE)和总投资收益率(ROI)指标等。

### 10.4.2 基本财务分析报表的编制

财务分析需编制一系列报表,以此为基础计算各种评价指标。按照《建设项目经济评价方法与参数(第三版)》的规定,用于财务评价的基本报表包括各类现金流量表、利润与利润分配表、财务计划现金流量表、资产负债表和借款还本付息估算表等。

#### 1. 现金流量表

在某一时刻流入或流出项目的资金称为项目的现金流量。在同一时刻上的现金流入量和

现金流出的代数和称为净现金流量,记为  $NCF$ 。

建设项目的现金流量表就是将项目计算期内各年的现金流入和现金流出按照各自发生的时点顺序排列,用表格的形式反映,用以计算各项财务评价指标,进行项目财务盈利能力分析。

财务分析中使用的现金流量表包括如下三类。

#### (1) 项目投资现金流量表

项目投资现金流量表(表 10.4-1)是融资前现金流量分析使用的报表。在进行融资前项目投资现金流量分析时,现金流量应主要包括营业收入、建设投资、流动资金、经营成本、营业税及附加和所得税。由于融资前财务分析的现金流量应与融资方案无关,因此应剔除利息的影响,采用不含利息的经营成本作为现金流出,而不是总成本费用。

融资前现金流量分析是以全部投资为计算基础的,考察的是项目全部投资的盈利能力。因此融资前现金流量分析又称全部投资现金流量分析。

表 10.4-1 项目投资现金流量表

单位:万元

序号	项目	合计	计 算 期					
			1	2	3	4	...	n
1	现金流入							
1.1	营业收入							
1.2	补贴收入							
1.3	回收固定资产余款							
1.4	回收流动资金							
2	现金流出							
2.1	建设投资							
2.2	流动资金							
2.3	经营成本							
2.4	营业税金及附加							
2.5	维持营运投资							
3	所得税前净现金流量 (1-2)							
4	累计所得税前净现金流量							
5	调整所得税							
6	所得税后净现金流量 (3-5)							
7	累计所得税后净现金流量							

资料来源:建设项目经济评价方法与参数(第3版)。

#### (2) 项目资本金现金流量表

项目资本金现金流量表(表 10.4-2)是在项目融资后,从项目权益投资者的整体角度编制的现金流量表,用以考察项目给权益投资者带来的收益水平。表中将各年投入项目的资本金作为现金流出,各年还本付息也作为现金流出。依据该表可计算项目资本金盈利能力指标。

表 10.4-2 项目资本金现金流量表

单位:万元

序号	项目	合计	计 算 期						
			1	2	3	4	...	n	
1	现金流入								
1.1	营业收入								
1.2	补贴收入								
1.3	回收固定资产余值								
1.4	回收流动资金								
2	现金流出								
2.1	项目资本金								
2.2	借款本金偿还								
2.3 <sup>1</sup>	借款利息偿还								
2.4	经营成本								
2.5	营业税金及附加								
2.6	所得税								
2.7	维持运营投资								
3	净现金流量								

资料来源:建设项目经济评价方法与参数(第3版)。

## (3) 投资各方现金流量表

投资各方现金流量表(表 10.4-3)是从投资者的不同角度,分别编制的现金流量表,考察项目给投资者带来的收益水平。一般情况下,若投资各方利益分配是按股本比例分配利润、亏损及风险的,则投资各方的收益水平是相同,因此没有必要分别计算各方的内部收益率。

表 10.4-3 投资各方现金流量表

单位:万元

序号	项目	合计	计 算 期						
			1	2	3	4	...	n	
1	现金流入								
1.1	实分利润								
1.2	资产处置收益分配								
1.3	租赁费收入								
1.4	技术转让或使用收入								
1.5	其他现金流入								
2	现金流出								
2.1	实缴资本								
2.2	租赁资产支出								
2.3	其他现金流出								
3	净现金流量(1-2)								

资料来源:建设项目经济评价方法与参数(第3版)。

## 2. 利润与利润分配表

利润分配表是反映项目计算期内各年营业收入、总成本费用、利润总额等情况以及所得税后利润的分配,主要用于计算项目盈利能力指标。

利润与利润分配表的格式见表 10.4-4。

表 10.4-4 利润与利润分配表

单位:万元

序号	项目	合计	计算期						
			1	2	3	4	...	n	
1	营业收入								
2	营业税金及附加								
3	总成本费用								
4	补贴收入								
5	利润总额(1-2-3+4)								
6	弥补以前年度亏损								
7	应纳税所得额(5-6)								
8	所得税								
9	净利润(5-6)								
10	期初未分配利润								
11	可供分配利润(9+10)								
12	提取法定盈余公积金								
13	可供投资者分配的利润 (11-12)								
14	应付优先股股利								
15	提取任意盈余公积金								
16	应付普通股股利								
17	各方投资利润分配								
	其中: $\times \times$ 方								
	$\times \times$ 方								
18	未分配利润								
19	息税前利润 (利润总额+利息支出)								
20	息税折旧摊销前利润(息 税前利润+折旧+摊销)								

资料来源:建设项目经济评价方法与参数(第3版)。

## 3. 财务计划现金流量表

财务计划现金流量表反映项目计算期内各年的投资、融资及经营活动的现金流入和现金流出,用于计算累计盈余资金,分析项目的财务生存能力。财务计划现金流量表的格式见表 10.4-5。



表 10.4-5 财务计划现金流量表

单位:万元

序号	项目	合计	计 算 期						
			1	2	3	4	...	n	
1	经营活动净现金流量(1.1-1.2)								
1.1	现金流入								
1.1.1	营业收入								
1.1.2	增值税销项税额								
1.1.3	补贴收入								
1.1.4	其他收入								
1.2	现金流出								
1.2.1	经营成本								
1.2.2	增值税进项税额								
1.2.3	营业税金及附加								
1.2.4	增值税								
1.2.5	所得税								
1.2.6	其他流出								
2	投资活动净现金流量(2.1-2.2)								
2.1	现金流入								
2.2	现金流出								
2.2.1	建设投资								
2.2.2	维持运营投资								
2.2.3	流动资金								
2.2.4	其他流出								
3	筹资活动净现金流量(3.1-3.2)								
3.1	现金流入								
3.1.1	项目资本金投入								
3.1.2	建设投资借款								
3.1.3	流动资金借款								
3.1.4	债券								
3.1.5	短期借款								
3.1.6	其他流入								
3.2	现金流出								
3.2.1	各种利息支出								
3.2.2	偿还债务本金								
3.2.3	应付利润(股利分配)								
3.2.4	其他流出								
4	净现金流量(1+2+3)								
5	累计盈余资金								

资料来源:建设项目经济评价方法与参数(第3版)。

#### 4. 资产负债表

资产负债表综合反映项目计算期内各年末资产、负债和所有者权益的增减变化及对应关系,用以考察项目资产、负债、所有者权益的机构是否合理,进行清偿能力分析。资产负债表的编制依据是“资产=负债+所有者权益”。格式见表 10.4-6。

表 10.4-6 资产负债表

单位:万元

序号	项目	合计	计算期					
			1	2	3	4	...	n
1	资产							
1.1	流动资产总额							
1.1.1	货币资金							
1.1.2	应收账款							
1.1.3	预收账款							
1.1.4	存货							
1.1.5	其他							
1.2	在建工程							
1.3	固定资产净值							
1.4	无形及其他资产净值							
2	负债及所有者权益							
2.1	流动负债总额							
2.1.1	短期借款							
2.1.2	应付账款							
2.1.3	预收账款							
2.1.4	其他							
2.2	建设投资借款							
2.3	流动资金借款							
2.4	负债小计(2.1+2.2+2.3)							
2.5	所有者权益							
2.5.1	资本金							
2.5.2	资本公积金							
2.5.3	累计盈余公积金							
2.5.4	累计未分配利润							
计算指标:								
资产负债率(%)								

资料来源:建设项目经济评价方法与参数(第3版)。

#### 5. 借款还本付息计划表

借款还本付息计划表是反映项目计算期内各年借款本金偿还和利息支付情况,用于计算偿债能力指标。格式见表 10.4-7。

表 10.4-7 借款还本付息计划表

单位:万元

序号	项目	合计	计算期					
			1	2	3	4	...	n
1	借款 1							
1.1	期初借款余额							
1.2	当期还本付息							
	其中:还本							
	付息							
1.3	期末借款余额							
2	借款 2							
2.1	期初借款余额							
2.2	当期还本付息							
	其中:还本							
	付息							
3	债券							
3.1	期初债券余额							
3.2	当期还本付息							
	其中:还本							
	付息							
3.3	期末债券余额							
4	借款和债券合计							
4.1	期初余额							
4.2	当期还本付息							
	其中:还本							
	付息							
4.3	期末余额							
计算 指标	利息备付率							
	偿债备付率							

资料来源:建设项目经济评价方法与参数(第3版)。

### 10.4.3 盈利能力分析

依照国家发展改革委和建设部发布的《建设项目经济评价方法与参数(第3版)》中的要求,项目财务盈利能力分析的主要指标包括财务内部收益率、财务净现值、投资回收期、总投资收益率、项目资本金净利润率等指标。在进行财务分析时,可根据项目的特点和分析目的进行指标选用。

#### 1. 财务净现值(FNPV)

财务净现值是指按指定的折现率 $i$ ,计算的项目计算期内各年净现金流量的现值之和,用以反映项目在满足按设定折现率要求的盈利之外,获得的超额盈利的现值。财务净现值可按

下式计算:

$$FNPV = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} \quad (10.4-1)$$

根据定义,  $FNPV=0$  表示项目刚好达到所预定的收益率水平;  $FNPV>0$  意味着除保证项目可实现预定的收益外, 尚可获得更高的收益;  $FNPV<0$  仅表示项目未能达到所预定的收益率水平, 但不能确定项目已亏损。因此财务净现值法的评价标准为:  $FNPV \geq 0$ , 表明项目的盈利能力达到或超过按设定的折现率计算的盈利水平, 项目方案在财务上可考虑接受;  $FNPV < 0$ , 考虑拒绝该项目。

【例 10.4-1】某项目预计投资 8 000 万元, 可能产生的现金流见表 10.4-8。假定公司期望的收益率为 10%, 试计算该项目的财务净现值, 并据此判断该项目的财务可行性。

表 10.4-8 某项目各年净现金流量表

年 末	0	1	2	3	4~10	11
净现金流量	-3 000	-5 000	1 200	1 600	2 000	2 500

解: 根据公式 10.4-1 有

$$\begin{aligned} FNPV(10\%) &= -3\,000 - \frac{5\,000}{(1+10\%)} + \frac{1\,200}{(1+10\%)^2} + \frac{1\,600}{(1+10\%)^3} \\ &\quad + 2\,000 \times \frac{(1+10\%)^7 - 1}{(1+10\%)^{10} \times 10\%} + \frac{2\,500}{(1+10\%)^{11}} \\ &= 2\,840.05 (\text{万元}) > 0 \end{aligned}$$

故该公司引进的生产线能够达到公司期望的收益水平, 该项目在财务上可行。

## 2. 财务内部收益率 (FIRR)

### (1) 财务内部收益率的含义和判别方法

财务内部收益率 (FIRR) 是指项目在整个计算期内各年净现金流量现值累计等于零时的折现率, 用以反映项目所占用资金的盈利率, 是考察项目盈利能力的主要动态指标。其表达式为

$$\sum_{t=1}^n (CI - CO)_t (1 + FIRR)^{-t} = 0 \quad (10.4-2)$$

式中:  $CI$  为现金流入量;  $CO$  为现金流出量;  $(CI - CO)_t$  为第  $t$  年的净现金流量;  $n$  为计算期。

项目投资财务内部收益率、项目资本金财务内部收益率和投资各方财务内部收益率都可依据上式计算, 但所用的现金流入和现金流出有所不同。

将财务内部收益率与设定的判别基准  $i_c$  (即基准收益率) 进行比较, 当  $FIRR \geq i_c$  时, 项目在财务上可以考虑接受。项目投资财务内部收益率、项目资本金财务内部收益率和投资各方财务内部收益率可有不同的判别基准。

### (2) 插值法计算内部收益率

内部收益率是一个未知的折现率, 由公式 (10.4-2) 可知, 求方程式中的折现率需解高次方程, 不宜求解。在实际工作中, 一般通过计算机计算, 手算时可采用插值法确定内部收益率。方法如下: 分别找到两个折现率  $i_1$ 、 $i_2$ , 代入公式 (10.4-1), 使得  $NPV_1 > 0$ ,  $NPV_2 < 0$ , 代入插值



公式

$$IRR = i_1 + (i_2 - i_1) \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \quad (10.4-3)$$

【例 10.4-2】某项目预计产生的净现金流量如表 10.4-9 所示。试求该项目的财务内部收益率。

表 10.4-9 净现金流量

年 末	0	1	2	3	4	5
净现金流量	-1 000	-800	500	500	500	1 200

解:根据公式(10.4-1)

$$FNPV = -1\,000 - 800(1+i)^{-1} + 500(1+i)^{-2} + 500(1+i)^{-3} + 500(1+i)^{-4} + 1\,200(1+i)^{-5}$$

当  $FNPV=0$  时,  $i^* = FIRR$ 。

利用插值法,任取  $i_0=10\%$ ,  $FNPV_0=148.22 > 0$ ; 取  $i_1=12\%$ , 计算得  $FNPV_1=38.87 > 0$ ;  $i_2=13\%$ ,  $FNPV_2=-11.89 < 0$ 。则

$$\begin{aligned} FIRR &= i_1 + (i_2 - i_1) \frac{FNPV_1}{FNPV_1 - FNPV_2} \\ &= 12\% + (13\% - 12\%) \times \frac{38.87}{38.87 + 11.89} = 12.77\% \end{aligned}$$

### 3. 投资回收期 ( $P_t$ )

投资回收期是指以项目的净收益偿还项目全部投资所需要的时间。在财务评价中,投资回收期指标一般可按静态计算,并从项目建设起始年算起。若从项目投产年算起,应予以特别注明。投资回收期表达式为

$$\sum_{t=1}^{P_t} (CI - CO)_t = 0 \quad (10.4-4)$$

投资回收期越短,表明项目的盈利能力和抗风险能力越好。投资回收期的判别标准是基准投资回收期,其取值可根据行业水平或者投资者的要求设定。

$P_t$ 可用项目财务现金流量表累计净现金流量求出,公式如下:

$$P_t = [\text{累计净现金流量开始出现正值的年份数}] - 1 + \frac{\text{上年累计净现金流量的绝对值}}{\text{当年净现金流量}} \quad (10.4-5)$$

【例 10.4-3】某项目投资的现金流量如图 10.4-1 所示,  $i_c=10\%$ 。试计算该项目的投资回收期。

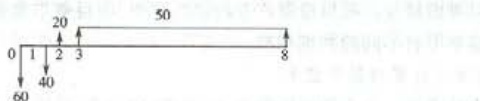


图 10.4-1 某项目现金流量图

解:各年累计净现金流量如表 10.4-10 所示。

表 10.4-10 各年累计净现金流量

年份	0	1	2	3	4	5	6	7	8
累计净现金流量	-60	-100	-80	-30	20	70	120	170	220

累计净现金流量开始出现正值的年份数为4,依照公式(10.4-4)有

$$P_i = 4 - 1 + \frac{30}{50} = 3.6(\text{年})$$

以上投资回收期的计算过程中没有考虑资金时间价值,因此被称为静态投资回收期。若考虑资金时间价值,计算出的以项目净收益抵偿全部投资所需要的时间,被称为动态投资回收期( $P'_i$ ),计算公式为

$$\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1+i)^{-t} = 0 \quad (10.4-6)$$

#### 4. 总投资收益率(ROI)

总投资收益率是指项目达到设计能力后正常年份的年息税前利润或经营期内年平均息税前利润与项目总投资的比率,它表示项目总投资的盈利水平。其计算公式如下:

$$ROI = \frac{EBIT}{TI} \times 100\% \quad (10.4-7)$$

式中:EBIT为项目正常年份的年息税前利润或经营期内年平均息税前利润;TI为项目总投资。

由于项目总投资是权益投资和负债投资之和,与其对应的收益并不是利润总额或净利润,而应是不受融资方式影响的息税前利润。息税前利润的计算公式为

$$EBIT = \text{利润总额} + \text{计入总成本费用中的利息费用} \quad (10.4-8)$$

可将总投资收益率指标与同行业收益率指标进行对比,判断项目总投资的获利能力和水平。

#### 5. 项目资本金利润率(ROE)

项目资本金利润率是指项目达到设计能力后正常年份的年净利润或运营期内年平均净利润与项目资本金的比率,用于反映项目资本金的盈利水平。从项目资本金角度分析,其对应的收益应扣去债权人应得利息和上缴的所得税,因此用净利润计算本指标比较恰当。项目资本金利润率的计算公式为

$$ROE = \frac{NP}{EC} \times 100\% \quad (10.4-9)$$

式中:NP为项目正常年份的年净利润或经营期内年平均净利润;EC为项目资本金。

与总投资收益率指标类似,项目资本金利润率指标可与同行业收益率指标进行对比,判断项目资本金的获利能力和水平。

### 10.4.4 偿债能力分析

依照建设项目经济评价方法与参数(第3版)中的要求,项目偿债能力分析的主要指标包括利息备付率(ICR)、偿债备付率(DSCR)和资产负债率(LOAR)等指标。

#### 1. 利息备付率(ICR)

利息备付率是指在项目借款偿还期内,各年用于支付利息的息税前利润与当期应付利息费用的比值,它从付息资金来源的充足性角度反映项目偿付债务利息的保障程度。其计算公式

为

$$ICR = \frac{EBIT}{PI} \times 100\% \quad (10.4-10)$$

式中:  $EBIT$  为息税前利润;  $PI$  为计入总成本费用的应付利息。

利息备付率一般可按年计算。利息备付率较高, 即表明利息偿付的保障程度高。对于正常运营的企业, 利息备付率起码应大于 1, 否则表示付息能力保障程度不足。具体的衡量标准应结合债权人的要求确定。

### 2. 偿债备付率(DSCR)

偿债备付率是在项目借款偿还期内, 用于计算还本付息的资金与还本付息金额的比值, 用以表示可用于还本付息的资金偿还借款本息的保障程度。其计算公式为

$$DSCR = \frac{EBITAD - T_{Ax}}{PD} \quad (10.4-11)$$

式中:  $EBITAD$  为息税前利润加折旧和摊销;  $T_{Ax}$  为企业所得税;  $PD$  为当期应还本付息金额。

可用于还本付息的资金还可以表示为税后净利润加上折旧、摊销和计入总成本费用中的利息; 当期应还本付息金额包括当期应还贷款本金和计入总成本费用的全部利息。

偿债备付率一般可按年计算, 该指标较高, 表明可用于还本付息的资金保障程度较高。在正常情况下, 偿债备付率应当大于 1。当指标小于 1 时, 表示当年资金来源不足以偿付当期债务, 需要通过短期借款偿付已到期债务。

### 3. 资产负债率(LOAR)

资产负债率是值各期末负债总额同资产总额的比率, 其计算公式为

$$LOAR = \frac{TL}{TA} \times 100\% \quad (10.4-12)$$

式中:  $TL$  为期末负债总额;  $TA$  为期末资产总额。

该指标反映项目总体偿债能力。该比率越低, 则项目的偿债能力越强。

值得注意的是, 从项目债权人的立场上看, 他们最关心的是其贷款的安全程度, 因此他们希望债务比例越低越好, 项目的偿债能力越强越好。然而, 从项目的权益投资者立场上看, 当总投资收益率高于借款利息率时, 负债比例增大会提高资本金利润率。总的来看, 项目适度的负债可以兼顾权益投资者和债权人的利益。

## 10.4.5 财务生存能力分析

项目财务生存能力分析亦称资金平衡分析。项目在运营期间, 能够持续生存的必要条件是确保得到足够的净现金流量。在财务分析中应编制财务计划现金流量表(见表 10.4-5), 综合考察项目计算期内各年的投资活动、融资活动和经营活动所产生的各项现金流入和流出, 计算净现金流量和累计盈余资金, 分析项目是否有足够的净现金流量维持正常运营。若项目具有较大的经营净现金流量, 说明项目实现自身资金平衡的可能性较大, 不会过分依赖短期融资来维持运营。反之, 若项目不能产生足够的经营净现金流量, 或经营净现金流量为负值, 说明维持项目正常运行会遇到财务上的困难, 可能无法实现自身的资金平衡, 有可能要靠短期融资来维持经营。

保证项目具有财务生存能力的必要条件是各年累计盈余资金不出现负值。在整个运营期间, 若个别年份的净现金流量出现负值是可以允许的, 但不能允许任一年份的累计盈余资金出



现负值。一旦出现负值就应适当地进行短期融资。

#### 10.4.6 财务基准收益率

财务基准收益率是财务评价中最关键的判据参数,它是计算财务净现值时使用的折现率,也是项目财务内部收益率指标的基准与判据,它反映了投资者对相应项目占用资金的时间价值的判断,是项目在财务上是否可行的最低要求。

财务基准收益率可采用资本资产定价模型法(CAPM)、加权平均资金成本法(WACC)、典型项目模拟法、德尔菲法(Delphi)、专家调查法等方法进行测定,也可同时采用多种方法进行测算,将不同方法的测算结果互相验证,经协调后确定。

财务基准收益率选用应遵循以下原则。

① 政府投资项目的财务评价必须采用国家行政主管部门发布的行业财务基准收益率。

② 企业投资等其他各类项目的财务评价中采用的行业基准收益率,既可选用国家或行业主管部门发布的行业财务基准收益率,也可以使用由投资者自行测定的项目最低可接受财务收益率。若本行业没有发布行业基准收益率,评价人员应在分析一定时期国家和行业发展战略、发展规划、产业政策、资源供给、资金时间价值、项目目标等情况的基础上,结合行业特点、资本构成等因素综合测定。

### 10.5 经济费用效益分析

要求:了解经济费用和效益;熟悉社会折现率、影子价格、影子汇率、影子工资的含义和用途;熟悉经济净现值、经济内部收益率、经济效益费用比的计算方法。

经济费用效益分析应从资源合理配置的角度,分析项目投资的经济效率和对社会福利做出的贡献,评价项目的经济合理性。在市场经济条件下,大部分项目通过财务评价可以满足投资决策的要求。但是由于财务价格扭曲,有些项目的财务现金流量不能全面真实地反映其经济价值,财务成本不能包括项目对资源的全部耗费,财务效益不能包含项目产出的全部经济效果,因此需要进行经济费用效益分析,将经济费用效益分析的结论作为项目决策的主要依据之一。概括而言,以下类型项目应做经济费用效益分析:①具有垄断特征的项目,如电力、电信、交通运输等行业的项目;②产出具有公共产品特征的项目;③外部效果显著的项目;④资源开发项目;⑤涉及国家经济安全的项目;⑥受过度行政干预的项目。

#### 10.5.1 经济费用效益

##### 1. 经济费用效益的识别和计算

在经济费用效益分析中,应尽可能全面识别项目的经济效益和费用,对项目涉及的所有社会成员的有关费用和效益进行识别和计算,全面分析项目投资及运营活动耗用资源的真实价值,以及项目为社会成员福利的实际增加所做出的贡献。

费用和效益的识别应遵循以下原则。

① 增量分析原则。项目经济费用效益分析应按照“有无对比”增量分析原则,建立在增量效益和增量费用识别和计算的基础上,不考虑沉没成本和已实现的效益。

② 考虑关联效果原则。应考虑项目投资可能产生的其他关联效应。

③ 以本国居民作为分析对象的原则。对于跨越国界,对本国之外的其他社会成员产生影响的项目,应重点分析对本国公民新增的效益和费用。



④ 剔出转移支付的原则。转移支付代表购买力的转移行为,接受转移支付的一方所获得的效益和付出方所产生的费用相等,转移支付行为本身没有导致新增资源的发生。在经济费用效益分析中,税赋、补贴、借款和利息属于转移支付,一般不得再计算转移支付的影响。

经济效益的计算应遵循支付意愿原则和(或)接受补偿意愿原则;经济费用的计算应遵循机会成本原则。

经济效益经济费用可直接识别,也可通过调整财务效益和财务费用得到。经济效益和经济费用应采用影子价格计算。

## 2. 影子价格

经济费用效益分析中投入物或产出物使用的计算价格被称为“影子价格”。影子价格是指依据一定原则制定的能够反映投入物和产出物真实经济价值、反映市场供求状况、反映资源稀缺程度,使资源得到合理配置的价格。

### 1) 市场定价货物的影子价格

若货物或服务处于竞争性市场环境中,市场价格能反映支付意愿或机会成本,应采用市场价格作为计算项目投入物或产出物影子价格的依据。

#### (1) 可外贸货物的影子价格

外贸货物是指其生产或使用将直接或间接影响国家进出口的货物。包括:项目产出物中直接出口、间接出口和替代出口者;项目投入物中直接进口、间接进口或减少出口者。外贸货物的影子价格应以可能发生的口岸价格为基础确定。计算公式为

$$\text{出口产出物的影子价格(出厂价)} = \text{离岸价(FOB)} \times \text{影子汇率} - \text{出口费用} \quad (10.5-1)$$

$$\text{进口投入物的影子价格(到厂价)} = \text{到岸价(CIF)} \times \text{影子汇率} + \text{进口费用} \quad (10.5-2)$$

式中的进口或出口费用是指货物进出口环节在国内所发生的所有相关费用,包括运输费用、储运、装卸、运输保险等各种费用支出及物流环节的各种损失、损耗等。

公式中的影子汇率是用于外贸货物和服务进行经济费用效益分析的外汇的经济价格,即单位外汇的经济价值,代表外汇的影子价格。在经济费用效益分析中使用影子汇率,是为了正确计算外汇的真实经济价值。若存在明显的迹象表明本国货币对外币的比价存在扭曲现象,在将外币折算成本币时,应采用影子汇率。影子汇率应由国家统一测定发布,并定期调整。影子汇率的发布有两种形式:一是直接发布影子汇率;二是将影子汇率与国家外汇牌价挂钩,计算公式为

$$\text{影子汇率} = \text{外币牌价} \times \text{影子汇率折算系数} \quad (10.5-3)$$

#### (2) 非外贸货物的影子价格

非外贸货物是指其生产或使用将不影响国家进出口的货物。非外贸货物的影子价格以国内市场价格为基础测定。计算公式为

$$\text{投入物影子价格(到厂价)} = \text{市场价格} + \text{国内运杂费} \quad (10.5-4)$$

$$\text{产出物影子价格(出厂价)} = \text{市场价格} - \text{国内运杂费} \quad (10.5-5)$$

#### 2) 非市场定价货物的影子价格

当项目的产出效果不具有市场价格,或市场价格难以真实反映其经济价值时,应遵循消费者支付意愿和(或)接受补偿意愿的原则,对项目的产品或服务的影子价格应进行重新测算。

① 采用“显示偏好”的方法,按照消费者支付意愿原则,通过其他相关市场价格信号,寻找解释这些影响的隐含价值,对其效果进行间接估算。

② 利用“陈述偏好”的意愿调查法,分析被调查对象的支付意愿或接受补偿的意愿,推断出项目造成外部影响的影子价格。

### 3) 特殊投入物的影子价格

项目的特殊投入物主要包括项目在建设和运营中使用的的劳动力、土地和自然资源等。这些特殊投入物影子价格的确定方法如下。

#### (1) 劳动力的影子价格——影子工资

影子工资是指为经济项目使用的劳动力所付出的真实代价,由劳动力机会成本和劳动力转移而引起的新增资源耗费两部分构成。劳动力机会成本是指若劳动力不就业于该项目,而从事其他生产经营活动所创造的最大效益;新增资源耗费是指项目使用的劳动力由于就业或迁移而增加的城市管理费和城市交通等基础设施投资费用。

#### (2) 土地的影子价格

土地用于某拟建项目后,就不能再用于其他用途。土地的影子价格就是指由于土地不能用于其他用途而放弃的经济效益以及经济为其增加的资源消耗。值得注意的是,项目占用的土地不论是否支付费用,均应计算影子价格。项目占用的农业、林业、牧业、渔业以及其他生产性用地,其影子价格应按照其未来对社会可提供的消费产品的支付意愿及改变土地用途而发生的新增资源消耗进行计算;项目所占用的住宅、休闲用地等非生产性用地,若市场完善,应根据市场交易价格估算其影子价格,无市场交易价格或市场机制不完善的,应根据支付意愿价格估算其影子价格。

#### (3) 自然资源的影子价格

项目使用的矿产资源、水资源、森林资源等都是对国家资源的占用和消耗。项目投入的自然资源,无论在财务上是否付费,在经济费用效益分析中都必须测算其经济费用,即影子价格。矿产等不可再生资源的影子价格按资源的机会成本计算,水和森林等可再生资源的影子价格按资源再生费用计算。

## 10.5.2 经济评价报表和评价指标

如果项目的经济费用效益能够进行货币化,则应在费用效益识别和计算的基础上,编制经济费用效益流量表,计算经济费用效益分析指标,分析项目投资的经济效率。经济费用效益分析指标包括经济净现值、经济内部收益率和经济效益费用比。

### 1. 经济净现值(ENPV)

经济净现值是指按照社会折现率将计算期内各年的经济净效益流量折现到建设期初的现值之和。计算公式为

$$ENPV = \sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + i_s)^{-t} \quad (10.5-6)$$

式中: $B$ 为经济效益流量; $C$ 为经济费用流量; $(B - C)_t$ 为第 $t$ 年的经济净效益流量; $i_s$ 为社会折现率; $n$ 为计算期。

社会折现率是用以衡量资金时间经济价值的重要参数,代表资金占用的机会成本,并且用作不同年份之间资金价值转换的折现率。在经济费用效益分析中,应以国家公布的社会折现率作为对未来经济费用效益流量进行折现的折现率。社会折现率应根据经济发展实际情况、

投资效益水平、资金供求状况、资金机会成本、社会成员的费用效益时间偏好以及国家宏观调控目标取向等因素进行综合分析测定。

在经济费用效益分析中,若项目的经济净现值大于或等于零,表明项目可以达到符合社会折现率的效率水平,认为该项目从经济资源配置的角度来说是可以被接受的。具体来说,ENPV等于零,表示国家为项目付出的代价可以得到符合社会折现率要求的社会盈余;ENPV大于零,表明项目除了可得到符合社会折现率要求的社会盈余之外,还可以得到以现值计算的超额社会盈余。

### 2. 经济内部收益率(EIRR)

经济内部收益率是指项目在计算期内净效益流量的现值累计等于零时的折现率,它表示项目占用资金所获得的动态收益率。其表达式为

$$\sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + EIRR)^{-t} = 0 \quad (10.5-7)$$

如果经济内部收益率等于或大于社会折现率,表明项目资源配置的经济效率达到了可以被接受的水平。

### 3. 经济效益费用比( $R_{bc}$ )

经济效益费用比是指在计算期内效益流量的现值与费用流量的现值的比率,是国民经济费用效益分析的辅助评价指标。计算公式为

$$R_{bc} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1 + i_t)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t (1 + i_t)^{-t}} \quad (10.5-8)$$

式中: $R_{bc}$ 为效益费用比; $B_t$ 为第 $t$ 期的经济效益; $C_t$ 为第 $t$ 期的经济费用。

若效益费用比大于1,说明从国民经济角度分析,该项目的资源配置效率达到了可接受的水平。

## 10.6 不确定性分析

要求:熟悉盈亏平衡分析方法,熟练掌握盈亏平衡点的计算方法,理解盈亏平衡分析图的含义;熟悉敏感性分析方法,理解敏感度系数、临界点和敏感性分析图的含义。

不确定性是指人们对事务未来的状态不能确定掌握的特性。项目经济评价所采用的数据大部分都来自于预测和估算,具有一定程度的不确定性。为了尽量避免投资决策的失误,有必要进行不确定性分析。项目不确定性分析就是考察项目投资、产品销售价格、销售量、经营成本和项目计算期等因素变化时,对项目经济评价指标产生的影响。通过对拟建项目具有较大影响的不确定性因素进行分析,计算基本变量的增减变化引起项目财务或经济效益指标的变化,找出最敏感的因素及其临界点,使项目的投资决策建立在较为稳妥的基础上。

不确定性分析主要包括盈亏平衡分析、敏感性分析和概率分析方法,其中盈亏平衡分析只用于财务评价,而敏感性分析同时适用于财务评价和经济费用效益分析。

### 10.6.1 盈亏平衡分析

#### 1. 盈亏平衡分析的含义及分类

盈亏平衡分析是指项目从经营保本的角度来分析投资不确定性的方法。进行这种分析



时,首先要将成本划分为固定成本和变化成本,将产量或者销售量作为不确定因素,假定产销量一致,根据产量、成本、售价和利润相互间的函数关系,计算盈亏平衡时所对应的产量或销售量。盈亏平衡点越低,表示项目适应市场变化的能力越强,抗风险能力也越强。

根据设定的变量不同,盈亏平衡点即项目盈利与亏损的临界点的表达形式有多种,其中以产量和生产能力利用率表示的盈亏平衡点应用最为广泛。根据成本、收益与产量之间是否呈线性关系,盈亏平衡分析可分为线性和非线性盈亏平衡分析;根据是否考虑资金时间价值,分为静态和动态盈亏平衡分析。

## 2. 线性盈亏平衡分析

在不考虑资金时间价值,成本、收益与产量之间呈线性关系时,盈亏平衡分析称为静态线性盈亏平衡分析。线性盈亏平衡分析有如下四个假设条件:①产量等于销售量,即当年生产的产品在当年全部销售出去;②产量变化时,单位可变成本保持不变,从而总成本费用是产量的线性函数;③产量变化时,产品售价保持不变,从而销售收入是销售量的线性函数;④按单一产品计算,当生产多种产品时,应换算为单一产品,不同产品之间的销售比例保持不变。

在项目经济评价中一般仅进行线性盈亏平衡分析。盈亏平衡点应按项目投产后的正常年份计算,而不能按计算期内的平均值计算。项目评价中常使用盈亏平衡分析图表示分析结果。

### (1) 以产量表示的盈亏平衡点

首先将总成本分为固定成本和可变成本。以  $C_T$  表示年总成本,  $C_F$  表示年总固定成本,  $C_V$  表示年总可变成本,  $C_N$  表示单位产品的可变成本和营业税金及附加、单位产品增值税之和,  $N$  表示年总产量,则企业产品的成本函数为

$$C_T = C_F + C_V = C_F + C_N \times N \quad (10.6-1)$$

其次,以  $S$  表示销售收入,  $P$  表示单位产品售价,则销售收入函数为

$$S = PN \quad (10.6-2)$$

当盈亏平衡时,销售收入等于总成本,即

$$C_F + C_N \times N^* = PN^* \\ BEP(\text{产量}) = N^* = \frac{C_F}{P - C_N} \quad (10.6-3)$$

式中,  $BEP$  为盈亏平衡点。

**【例 10.6-1】** 某拟建生产企业设计年产 3 万吨化工原料,造成生产成本 1 352.18 万元,其中固定成本为 112.94 万元,单位可变成本、销售税金和单位产品增值税之和为 413.08 元,单位产品售价为 579.82 元/吨。销售收入和成本费用均采用含税价格表示。求项目投产后的盈亏平衡点。

解:  $C_F = 112.94$  万元,  $P = 579.82$  元/吨,  $C_N = 413.08$  元

$$BEP(\text{产量}) = \frac{112.94}{579.82 - 413.08} = 0.68 \text{ (万吨)}$$

从计算中可以看出,项目投产后用户订购量由 3 万吨降至 0.68 万吨,该企业仍可以保本经营,在市场销售量大幅度降低情况下有较强的抗风险能力,盈亏平衡图如图 10.6-1 所示。

### (2) 以生产能力利用率表示的盈亏平衡点

以生产能力利用率表示的盈亏平衡点是指项目不发生亏损时必须达到设计生产能力的百分比。若以  $N_0$  表示项目设计生产能力,则



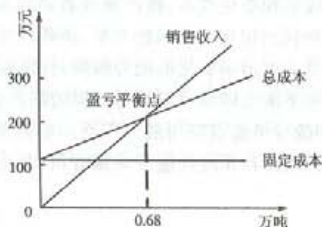


图 10.6-1 盈亏平衡分析图

$$BEP(\text{生产能力利用率}) = \frac{N^*}{N_0} = \frac{C_F}{N_0(P - C_N)} \times 100\% \quad (10.6-4)$$

以上例为例,得

$$BEP(\text{生产能力利用率}) = \frac{112.94}{3 \times (579.82 - 413.08)} \times 100\% = 22.6\%$$

即项目开工率只要达到设计生产能力的 22.6%,企业可以保本,说明项目在投产后生产条件发生意外变化时,有较强的抗风险能力。

### 3. 盈亏平衡分析的优缺点

盈亏平衡分析是对投资项目不确定性的一种较好的分析方法,易于理解、便于投资者进行方案比较的优点。此外,它还有利于确定企业合理的生产规模和降低企业固定成本。但盈亏平衡分析方法也有其不足之处,它不是全寿命分析,且通常进行的线性分析是建立在产销平衡和线性关系假设基础上,不太符合实际。

## 10.6.2 敏感性分析

### 1. 敏感性分析的概念

敏感性分析是投资建设项目评价中应用十分广泛的一种技术。当某个项目的有关参数不确定,其变化的概率也不能确知,只知道其变化的范围时,就需要进行敏感性分析。它是通过分析及预测工程建设项目主要变量因素(投资、成本、价格、建设工期等)发生变化时,对经济效果评价指标(如净现值、内部收益率、还款期等)的影响,从中找到敏感因素,并确定其影响程度,采取措施限制敏感因素的变动范围,以达到降低风险的目的。当主要变量因素发生微小变动时,经济评价指标发生很大幅度的变动,则认为该因素是敏感的;反之,变量因素发生很大变动时,经济评价指标才会有所变动,则认为该因素是不敏感的。

敏感性分析有单因素敏感性分析和多因素敏感性分析两种。单因素敏感性分析是对单一不确定因素变化的影响进行分析,即假设各不确定性因素之间相互独立,每次只考察一个因素,其他因素保持不变,以分析这个可变因素对经济评价指标的影响程度和敏感程度,是敏感性分析的基本方法。多因素敏感性分析是在两个或两个以上互相独立的不确定因素同时变化时,分析这些变化的因素对经济评价的影响程度和敏感程度。通常情况下,经济评价中只要求进行单因素敏感性分析。

### 2. 单因素敏感性分析的步骤

单因素敏感性分析一般按以下步骤进行。

### 1) 确定分析指标

项目经济评价有一整套指标体系,敏感性分析可选定其中一个或几个主要指标进行分析。分析指标的确定,一般是根据项目特点、不同的研究阶段、实际需求情况和指标的重要程度来选择,与分析的目标和任务有关。

如果主要分析方案状态和参数变化对方案投资回收快慢的影响,则可选用投资回收期作为分析指标;如果主要分析产品价格波动对方案超额净收益的影响,则可选用净现值作为分析指标;如果主要分析投资大小对方案资金回收能力的影响,则可选用内部收益率指标等。

### 2) 选择需要分析的不确定性因素

影响项目经济评价指标的不确定性因素很多,严格说来,影响方案经济效果的因素都在某种程度上带有不确定性。但事实上没有必要对所有不确定因素都进行敏感性分析,而往往是选择一些主要的影响因素。选择需要分析的敏感性因素时主要考虑以下两条原则:①预计这些因素在其可能变动的范围内对经济评价指标的影响较大;②对在确定性经济分析中采用的该因素的数据准确性不大。

对于一般投资项目来说,通常从以下几个方面选择项目敏感性分析中的影响因素:①项目投资;②项目寿命年限;③经营成本;④产品价格;⑤产销量;⑥项目建设年限;⑦基准折现率;⑧项目寿命期末的资产残值。

### 3) 分析每个不确定性因素的波动程度及其对分析指标可能带来的增减变化情况

首先,对所选定的不确定性因素,应根据实际情况设定这些因素的变动幅度,其他因素固定不变。敏感性因素一般选择的不确定因素变化的百分率为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 15\%$ 、 $\pm 20\%$ 等。对于不使用百分数表示的因素,例如建设工期,可采用延长一段时间表示,如延长一年。

其次,计算不确定性因素每次变动对经济评价指标的影响。

对每一个因素的每一变动,均重复以上计算,然后将因素变动及相应指标变动结果用表或图的形式表示出来,以便于测定敏感因素。

敏感性分析图如图 10.6-2 所示(以内部收益率指标为例)。图中每一条斜线的斜率反映内部收益率对该不确定因素的敏感程度,斜率越大,敏感度越高。一张图可以同时反映多个因素的敏感性分析结果。每条斜线与基准收益率线的相交点所对应的不确定性因素变化率(即图中的 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ 等)即为该因素的临界点。

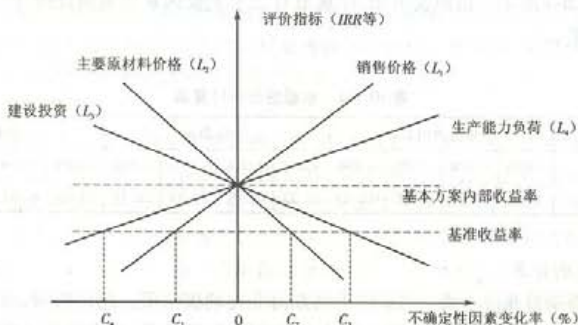


图 10.6-2 敏感性分析图

#### 4) 计算敏感性系数和临界点, 确定敏感性因素

由于各因素的变化都会引起经济指标的一定变化, 但其影响程度却各不相同。有些因素可能仅发生小幅度的变化就能引起经济评价指标发生大的变动, 而另一些因素即使发生了较大幅度变化, 对经济评价指标的影响也不是太大。我们将前一类因素称为敏感性因素, 后一类因素称为非敏感性因素。

##### (1) 敏感性系数的计算

反映敏感程度的指标是敏感因素(又称灵敏度), 是衡量变量因素敏感程度的一个指标, 其数学表达式为

$$S_{AF} = \frac{\Delta A/A}{\Delta F/F} \quad (10.6-5)$$

式中:  $S_{AF}$  为评价指标  $A$  对于不确定因素  $F$  的敏感系数;  $\Delta F/F$  为不确定因素  $F$  的变化率;  $\Delta A/A$  为不确定因素  $F$  发生  $\Delta F$  变化率时, 评价指标  $A$  相应的变化率。

$S_{AF} > 0$ , 表示评价指标与不确定因素同方向变化;  $S_{AF} < 0$ , 表示评价指标与不确定因素反方向变化;  $|S_{AF}|$  较大者, 敏感性系数越高。

根据不同因素相对变化对经济评价指标影响的大小, 可以得到各个因素的敏感性程度排序, 据此可以找出哪些因素是最关键的因素。

**【例 10.6-2】** 某项目进行方案的敏感性分析, 其基础数据如表 10.6-1 所示。试就项目年度费用、寿命期和折现率对净现值指标进行单因素敏感性分析。

表 10.6-1 敏感性分析基础数据

项目	投资 $I$	寿命期 $n$	年度收入 $R$	年度费用 $C$	残值 $S$	折现率 $i$
数据	200 万元	10 年	80 万元	40 万元	20 万元	10%

解: 首先计算基本方案的  $NPV$ :

$$NPV = -200 + (80 - 40)(P/A, 10\%, 10) + 20(P/F, 10\%, 10) = 53.49 (\text{万元})$$

设各因素变化均按  $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$  变动, 可得计算结果如表 10.6-2 所示, 并可绘制敏感性分析图如图 10.6-3 所示。由图表可知, 净现值对三个主要因素的敏感性排序为: 年度费用 > 寿命期 > 折现率。

表 10.6-2 敏感性分析计算表

变化因素	年度费用 $C$				寿命期 $n$				折现率 $i$			
	+20%	+10%	-10%	-20%	+20%	+10%	-10%	-20%	+20%	+10%	-10%	-20%
$NPV$ (万元)	4.34	28.92	78.07	102.65	78.92	66.81	38.84	22.73	32.45	42.61	65.16	77.67

##### (2) 临界点的计算

临界点是指项目允许不确定因素向不利方向变化的极限值。超过极限, 项目的效益指标将不可行。例如, 当产品价格下降到某值时, 净现值刚好等于零, 或内部收益率刚好等于基准收益率, 此点称为产品价格下降的临界点。当不确定因素的变化超过了临界点所表示的不确



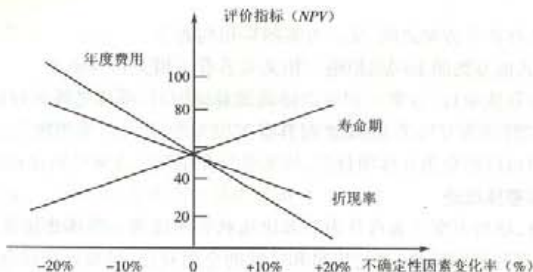


图 10.6.3 敏感性分析图

定因素的极限变化时,项目将由可行变为不可行。临界点可用专用软件的财务函数计算,也可由敏感性分析图直接求得近似值,如图 10.6-2 中  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$  所示。

## 10.7 方案经济比选

要求:了解方案比选的类型;熟练掌握方案经济比选的方法(效益比选法、费用比选法、最低价格法);熟练掌握计算期不同的互斥方案的比选。

方案经济比选是项目评价的重要内容,是寻求合理的经济和技术方案的必要手段。在项目可行性和投资决策过程中,对涉及的各决策要素和研究方面,都应从技术和经济相结合的角度进行多方案分析论证。因此在进行项目评价时,往往面临的是一组项目方案,而投资所追求的目标是项目整体最优化。因而在项目方案组选优时,首先必须分析各项目方案之间的相互关系,同时选择正确的评价指标,进行方案经济比选。

### 10.7.1 方案比选的类型

#### 1. 方案之间的三种关系

项目之间存在多种关系。最常见的是互斥、独立和相关三种关系。

##### (1) 互斥关系

互斥关系是指各个方案之间存在着互不相容、互相排斥的关系。在若干个方案中,选择其中的任何一个方案,则其他方案就必然被排斥。例如,某房地产公司欲在同一个确定地点进行住宅、商店、宾馆等的方案选择时,由于此时只要选择其中任何一个方案,则其他方案就无法实施,即它们之间具有排他性,因而这些方案间的关系就是互斥的。

##### (2) 独立关系

独立关系是指各个方案的现金流量是独立的,不具相关性,其中任一方案的采用与否与其自己的可行性有关,但与其他方案是否被采用无关。根据独立项目的特点,独立方案在经济上是否可接受,取决于方案自身的经济性,即方案的经济效果是否达到或超过了投资者预期的评价标准或水平。欲知这一点,只需要通过计算方案的经济效果指标,并按照指标的判别准则加以检验就可做到。从这一点来看,独立方案的选择就是单一方案的选择。但在项目实际投资决策中,若可行的方案很多,在这种情况下可能没有足够的资金或资源满足所有可行方案的需要,就出现了有资源约束情况下的独立方案选择。独立方案选择有很多方法,但最有效的方法是将独立方案转化为互斥方案组,按照互斥方案比选的方法进行分析。



### (3) 相关关系

相关关系是指在各个方案之间,某一方案的采用与否会对其他方案的现金流量带来一定的影响,进而影响其他方案的采用或拒绝。相关关系有正相关和负相关。当一个项目(方案)的执行虽然不排除其他项目(方案),但可以使其效益减少时,项目之间具有负相关关系,项目(方案)比选时可以转化为互斥关系;反之则具有正相关关系,可以采用独立方案比选方法。

由于独立项目可以转化为互斥项目组,故本节只介绍互斥方案经济比选的方法。

#### 2. 局部比选和整体比选

按比选范围分,项目方案比选可分为局部比选和整体比选。整体比选是按各备选方案所含的因素(相同因素和不同因素)进行定量和定性的全面对比;局部比选仅就所备选方案的不同因素或部分重要因素进行局部对比。

#### 3. 综合比选和专项比选

按比选目的分,项目方案比选可分为综合比选和专项比选。方案比选贯穿于可行性研究全过程中,一般项目方案比选是选择两个或三个备选方案进行整体综合比选。而在实际过程中,伴随着项目的具体情况,有必要进行局部的专项方案比选,如产品规模的确定、技术路线的选择和厂址比较等。

#### 4. 定性比选和定量比选

按比选内容分,项目方案比选可分为定性比选和定量比选。定性比选较适合于方案比选的初级阶段,在一些比选因素较为直观且不复杂的情况下,定性分析简单易操作。在较为复杂的系统方案比选工作中,一般先经过定性分析,若直观很难判断方案优劣,再通过定量分析,论证其经济效益的大小,据以判断方案的优劣。

## 10.7.2 方案比选的经济方法

方案经济比选可采用以下三种方法。

### 1. 效益比选法

效益比选法包括净现值比较法、净年值比较法、差额内部收益率或差额净现值比较法等。

#### (1) 净现值比较法

净现值比较法是比较备选方案的财务净现值或经济净现值,以净现值大的方案为优。

#### (2) 净年值法

净年值是将项目各年的净现金流量以基准折现率  $i_c$  为中介折算成与其等值的各年年末为等额的净现金流量。其计算公式为

$$NAV(i_c) = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i_c)^{-t} (A/P, i_c, n) = NPV(i_c) (A/P, i_c, n) \quad (10.7-1)$$

$NAV$  与  $NPV$  只相差一个系数,故评价标准相同。 $NAV \geq 0$ , 考虑接受该项目; $NAV < 0$ , 考虑拒绝该项目。 $NAV$  在用于寿命期不等的互斥方案比较时比用  $NPV$  指标更方便。

#### (3) 差额内部收益率法

差额内部收益率法也称为增量内部收益率法。在不能确切知道基准折现率  $i_c$  情况下,可以通过计算差额内部收益率  $\Delta IRR$  来选择,即用投资大的方案减去投资小的方案,若差额方案的内部收益率  $\Delta IRR > i_c$ , 说明两方案之间的差额投资所带来的收益能够满足基准收益率的要求,故应选择投资大的方案为最优方案。

计算差额内部收益率  $\Delta IRR$  的步骤如下。

- ①项目按投资额由小到大排序,如 A、B、C、D……。
- ②用投资大的 B 方案减去投资小的 A 方案,形成差额方案(B-A)。
- ③计算(B-A)方案的内部收益率,得到  $\Delta IRR_{B-A}$ 。
- ④若  $\Delta IRR > i_c$ ,则投资大的 B 方案入选,即在 A 的基础上追加投资合算;反之则投资小的 A 入选。
- ⑤循环进行第三、第四步,直至选出最优方案。

差额内部收益率法的表达式为

$$\sum_{t=1}^n [(CI - CO)_A - (CI - CO)_B](1 + \Delta FIRR)^{-t} = 0 \quad (10.7-2)$$

#### (4) 差额净现值法

差额净现值法亦称增量净现值法,即用投资大的方案减去投资小的方案,计算差额方案的净现值。若差额方案的净现值  $\Delta NPV > 0$ ,就选择投资大的方案为最优方案。若  $\Delta NPV < 0$ ,就选择投资小的方案为最优方案。若  $\Delta NPV = 0$ ,则两方案优劣相同。其计算过程类似于增量内部收益率的计算,表达式为

$$\Delta NPV = \sum_{t=1}^n [(CI - CO)_A - (CI - CO)_B](1 + i_c)^{-t} \quad (10.7-3)$$

## 2. 费用比选法

当各方案效益相同或基本相同时,可采用费用比较法,选择费用最小的方案。包括费用现值比较法和费用年值比较法。

### (1) 费用现值法

费用现值法是将不同设计方案的投资现值与年运行成本现值相加,比较其现值之和大小,费用现值和最小的方案为最佳方案。这种方法适合于具有相同寿命期的设计方案比较。费用现值的计算公式为

$$PC = \sum_{t=0}^n (C_t + V_t)(1 + i)^{-t} - S \times (1 + i)^{-n} \quad (10.7-4)$$

式中:PC 为方案的费用现值; $C_t$  为第  $t$  年的投资; $V_t$  为第  $t$  年的运行费用; $S$  为项目残值; $i$  为基准收益率; $n$  为项目计算期。

**【例 10.7-1】** 某设备工程在进行工艺管道设计时提出两种方案:A 方案的投资额为 1 000 万元,年运行成本为 400 万元,预计残值为 200 万元;B 方案的投资额为 1 500 万元,年运行成本为 300 万元,预计残值为 100 万元。两种设计方案下,设备工程的寿命期相同,均为 8 年,项目的基准收益率为 10%。两方案的费用现值计算如下:

$$\begin{aligned} PC_A &= 1\,000 + 400 \times (P/A, 10\%, 8) - 200 \times (P/F, 10\%, 8) \\ &= 1\,000 + 400 \times 5.334\,9 - 200 \times 0.466\,5 = 3\,040.66 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} PC_B &= 1\,500 + 300 \times (P/A, 10\%, 8) - 100 \times (P/F, 10\%, 8) \\ &= 1\,500 + 300 \times 5.334\,9 - 100 \times 0.466\,5 = 3\,053.82 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

A 方案的费用现值较低,故应选择 A 方案。

### (2) 费用年值法

费用年值法是将不同设计方案的投资与年运行成本折算成与其等值的各年年末等额成

本,费用年值最低的设计方案为最佳方案。无论项目寿命期是否相同,都可以使用这种方法。该方法的计算公式为

$$AC = \left( \sum_{i=0}^n (C_i + V_i)(1+i)^{-i} - S \times (1+i)^{-n} \right) (A/P, i, n) \quad (10.7-5)$$

式中:AC为方案的费用年值。

【例10.7-2】某设备工程有两个设计方案,甲方案投资为1800万元,寿命期为6年,年运行成本为550万元,预计残值为200万元;乙方案投资为2600万元,寿命期为10年,年运行成本为400万元,预计残值为300万元。项目的基准收益率为15%。两方案的费用年值计算如下:

$$\begin{aligned} AC_{甲} &= [1800 + 550 \times (P/A, 15\%, 6) - 200 \times (P/F, 15\%, 6)] \times (A/P, 15\%, 6) \\ &= (1800 + 550 \times 3.784 - 200 \times 0.432) \times \frac{1}{3.784} \\ &= 1002.85 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC_{乙} &= [2600 + 400 \times (P/A, 15\%, 10) - 300 \times (P/F, 15\%, 10)] \times (A/P, 15\%, 10) \\ &= (2600 + 400 \times 5.019 - 300 \times 0.247) \times \frac{1}{5.019} \\ &= 903.27 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

乙方案的费用年值较低,故应选择乙方案。

### 3. 最低价格法

最低价格法也称服务收费标准比较法。在相同产品方案比选中,以净现值为零推算备选方案的产品最低价格( $P_{min}$ ),应以最低产品价格较低的方案为优。

## 10.7.3 计算期与互斥方案比选

### 1. 计算期相等的互斥方案比选

寿命期相等的互斥方案可采用净现值法(或费用现值法)、差额内部收益率法和差额净现值法进行比选。必须指出的是,即使各方案计算期相等,也不能直接用内部收益率指标进行方案比选。

【例10.7-3】某项目建设有A、B、C、D四个拟建方案,其现金流量见表10.7-1。不同方案的计算期均为7年,行业的基准收益率为8%,试对这四个方案进行比选。

表 10.7-1 互斥方案的现金流量

单位:万元

方案	A	B	C	D
现金流量				
投资	2 000	3 000	4 000	5 000
年收入	500	900	1 100	1 380

解:(1)直接用净现值指标比选。各方案的净现值分别为

$$NPV_A = -2000 + 500(P/A, 8\%, 7) = 603 \text{ (万元)}$$

$$NPV_B = -3000 + 900(P/A, 8\%, 7) = 1685 \text{ (万元)}$$

$$NPV_C = -4000 + 1100(P/A, 8\%, 7) = 1727 \text{ (万元)}$$



$$NPV_D = -5\,000 + 1\,380(P/A, 8\%, 7) = 2\,184 \text{ (万元)}$$

因为  $NPV_D$  最大, 故 D 方案为最优方案。

(2) 用差额内部收益率 ( $\Delta IRR$ ) 指标比选。将方案按照投资额由小到大排序, 结果为 A、B、C、D。用插值法求解方案 A 的内部收益率  $NPV_A = -2\,000 + 500(P/A, IRR_A, 7) = 0$ , 得

$$IRR_A = 16.4\% > i_c, \text{ 故 A 方案为临时最优方案。}$$

以 A 方案为临时最优方案, 计算 B 方案对 A 方案的增量内部收益率  $\Delta IRR_{B-A}$ 。

$$\Delta NPV_{B-A} = -1\,000 + 400(P/A, \Delta IRR_{B-A}, 7) = 0$$

插值法求解,  $\Delta IRR_{B-A} = 35.25\% > i_c$ , 故 B 方案为临时最优方案。

以 B 方案为临时最优方案, 计算 C 方案对 B 方案的增量内部收益率  $\Delta IRR_{C-B}$ 。

$$\Delta NPV_{C-B} = -1\,000 + 200(P/A, \Delta IRR_{C-B}, 7) = 0$$

插值法求解,  $\Delta IRR_{C-B} = 9.28\% > i_c$ , 故 C 方案为临时最优方案。

以 C 方案为临时最优方案, 计算 D 方案对 C 方案的增量内部收益率  $\Delta IRR_{D-C}$ 。

$$\Delta NPV_{D-C} = -1\,000 + 280(P/A, \Delta IRR_{D-C}, 7) = 0$$

插值法求解,  $\Delta IRR_{D-C} = 20.38\% > i_c$ , 故 D 方案为最优方案。

(3) 用差额净现值 ( $\Delta NPV$ ) 指标比选。计算 B 方案对 A 方案的增量净现值  $\Delta NPV_{B-A}$ 。

$$\Delta NPV_{B-A} = -1\,000 + 400(P/A, 8\%, 7) = 1\,082 \text{ (万元)} > 0$$

即方案 B 优于方案 A。

$$\Delta NPV_{C-B} = -1\,000 + 200(P/A, 8\%, 7) = 42 \text{ (万元)} > 0$$

即方案 C 优于方案 A。

$$\Delta NPV_{D-C} = -1\,000 + 280(P/A, 8\%, 7) = 457 \text{ (万元)} > 0$$

即方案 D 优于方案 C, 故选择方案 D。

可以看出, 三种方法的选择结果是一致的。

## 2. 计算期不等的互斥方案比选

当被选的互斥型方案的计算期不等时, 不能直接进行比较, 必须把计算期由不等变成相等。为了保证其经济性不变, 通常选择最小公倍数法、年值法和研究期法进行比较, 以保证时间可比性。

### (1) 最小公倍数法

最小公倍数法是在假设方案可以重复若干次的前提下, 将被比较的方案重复至最小公倍数年数, 用  $NPV$  进行比选。此方法的缺点是若最小公倍数很大, 如 7 年和 9 年的最小公倍数为 63, 则必须将 7 年的方案重复 8 次, 9 年的方案重复 6 次至最小公倍数年数, 计算起来很烦琐; 而且它更大的缺点在于: 由于技术进步, 项目不可能原样重复, 这种假设脱离实际。

### (2) 年值法

年值法即计算方案的净年值  $NAV$ , 取大者为最优方案。

### (3) 研究期法

由于被选方案的计算期不能向后延续, 所以根据被选方案, 人为选取一个相等的时期作为计算期, 称其为研究期, 对研究期内的现金流量计算净现值, 取大者 (分为考虑未使用价值和未考虑未使用价值两种)。

**【例 10.7-4】** 某项目有甲、乙两个备选方案, 其投资及收益的现金流见表 10.7-2。若项目最低投资收益率要求为 10%, 试进行方案经济比选。



表 10.7-2 计算期不等的互斥型方案

设备	投资 $I$ /万元	每年净收益 $B_t$ /万元	寿命/年
甲	6	4.8	2
乙	15	7.0	3

解:(1)用最小公倍数法。假设方案可以完全重复,两方案计算期的最小公倍数为6,由图10.7-1可知:

$$NPV_{\text{甲}}(10\%) = 4.8(P/A, 10, 6) - 6[1 + (P/F, 10, 2) + (P/F, 10, 4)] \\ = 5.99(\text{万元})$$

$$NPV_{\text{乙}}(10\%) = 7.0(P/A, 10, 6) - 15[1 + (P/F, 10, 3)] = 4.2(\text{万元})$$

因为  $NPV_{\text{甲}}(10\%) > NPV_{\text{乙}}(10\%)$ , 所以选择甲更为有利。

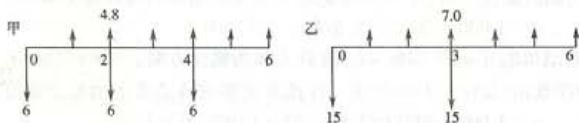


图 10.7-1 最小公倍数法现金流量图

(2)年值法

$$NAV_{\text{甲}}(10\%) = 4.8 - 6(A/P, 10, 2) = 1.34(\text{万元})$$

$$NAV_{\text{乙}}(10\%) = 7.0 - 15(A/P, 10, 3) = 0.97(\text{万元})$$

因为  $NAV_{\text{甲}}(10\%) > NAV_{\text{乙}}(10\%)$ , 所以选择甲更为有利。

(3)研究期法

①可取设备甲的寿命2年为研究期。

$$NPV_{\text{甲}}(10\%) = -6 + 4.8(P/A, 10, 2) = 2.33(\text{万元})$$

$$NPV_{\text{乙}}(10\%) = -15 + 7.0(P/A, 10, 2) = -2.85(\text{万元})$$

此方法不利于寿命期长的项目。

②考虑将乙设备投资15万元分摊在其3年寿命期内,再取2年为研究期进行比选。

$$NPV_{\text{甲}}(10\%) = -6 + 4.8(P/A, 10, 2) = 2.33(\text{万元})$$

$$NPV_{\text{乙}}(10\%) = [-15(A/P, 10, 3) + 7.0](P/A, 10, 2) = 1.68(\text{万元})$$

因为  $NPV_{\text{甲}}(10\%) > NPV_{\text{乙}}(10\%)$ , 故选择设备甲较为有利。

## 10.8 改扩建项目经济评价特点

要求:了解改扩建项目经济评价特点。

改扩建项目是指既有企业利用原有资产与资源,投资形成新的生产(服务)设施,扩大或完善原有生产(服务)系统的活动,包括改建、扩建、迁建和停产复建。改扩建项目是既有企业的有机组成部分,同时项目的活动与企业的活动在一定程度上是有区别的。项目的融资主体和还款主体都是既有企业。项目一般要利用既有企业部分或全部资产与资源,且不发生资产与资源的产权转移。

改扩建项目经济评价与一般项目的基本原理和分析指标相同,所用表格可参照财务分析

表格和经济费用效益分析表格。一般情况下,财务(经济)效益与费用宜分别单列“有项目”与“无项目”的流入和流出表格。

### 1. 改扩建项目效益和费用范围

在财务分析中,效益和费用的范围指项目活动的直接影响范围。局部改扩建项目范围只包括既有企业的一部分,整体改扩建项目范围包含整个既有企业。

在经济费用效益分析中,效益和费用范围指项目活动的直接和间接影响的范围。

在保证不影响分析结果的情况下尽可能缩小项目的范围。

### 2. 改扩建项目的财务分析

改扩建项目与既有企业既有联系又有区别,一般应进行以下两个层次的分析。

#### (1) 项目层次分析

①盈利能力分析。应遵循“有无对比”原则,利用“有项目”与“无项目”的效益与费用计算增量效益和增量费用,分析项目的增量盈利能力,并作为项目决策的主要依据之一。符合简化条件是,项目层次可直接用“增量”数据和相关指标进行分析。

②清偿能力分析。应分析“有项目”的偿债能力,若“有项目”还款资金不足,应分析“有项目”还款资金的缺口,即既有企业应为项目额外提供的还款资金数额。

③财务生存能力分析。应分析“有项目”的财务生存能力。

#### (2) 企业层次分析

分析既有企业以往的财务状况与今后可能的财务状况,了解企业生产与经营情况、资产负债结构、发展战略、资源利用优化的必要性、企业信用等。应特别关注企业为项目融资的能力、企业自身的资金成本或项目有关的资金机会成本。

改扩建项目财务分析过程中应注意分析项目对既有企业的贡献。

### 3. 改扩建项目经济评价简化的条件

符合下列特定条件之一的改扩建项目,可按一般项目经济评价的方法简化处理。

①项目的投入和产出与既有企业的生产经营活动相对独立。

②以增加产出为目的的项目,增量产出占既有企业产出比例较小。

③利用既有企业的资产与资源量与新增量相比较小。

④效益和费用的增量流量较容易确定。

⑤其他特定情况。

## 10.9 价值工程

要求:熟悉价值工程原理;了解实施步骤,熟悉各步骤的主要实施方法。

价值工程(Value Engineering, VE)又称价值分析(Value Analysis, VA),起源于二战时的美国,由通用电气公司的工程师L. D·麦尔斯所创立。之后美国国防和政府部门开展价值工程活动,取得了显著成效。而且价值工程随后传到日本、欧洲等地,在工业发达国家推广、普及。改革开放后,价值工程活动在我国开始推广,取得了显著的经济效益和社会效益。

### 10.9.1 价值工程的概念

价值工程是以产品或作业的功能分析为核心,以提高产品或作业的价值为目的,寻求以现时最低的寿命周期成本实现产品或作业的必要功能的一项有组织的创造性活动。

根据定义,价值工程涉及价值、功能和寿命周期成本三个基本要素。

### 1. 价值

价值是指产品或作业(价值分析的对象)具有的功能与获取该功能的寿命周期成本的比值,即

$$\text{价值}(V) = \frac{\text{产品或作业具有的功能}(F)}{\text{获取该功能的寿命周期成本}(C)} \quad (10.9-1)$$

公式中不仅反映出产品或作业价值与产品或作业的功能和获取此功能所耗成本之间的关系,而且也为了提高价值提供了有效途径。提高价值的五种途径如下。

- ①  $F \uparrow, C \rightarrow$ , 成本不变, 功能提高。
- ②  $F \rightarrow, C \downarrow$ , 功能不变, 成本下降。
- ③  $F \downarrow, C \downarrow \downarrow$ , 功能下降, 但成本下降超出功能下降。
- ④  $F \uparrow \uparrow, C \uparrow$ , 成本上升, 但功能提高超出成本上升。
- ⑤  $C \downarrow, F \uparrow$ , 成本下降, 功能提高(这是提高价值最为理想的途径)。

### 2. 功能

功能是指产品或作业所具有的性能或属性。对产品或作业进行功能分析是价值工程的核心。用户购买任何产品或作业,不是购买产品或作业的形态,而是购买其功能。例如,用户买煤是买其发热的功能,只要具有相应的功能,就能满足用户的需要,煤气和石油液化气都可以发热,因而可以取代煤而供给居民。具有相同功能而成分或结构不同的产品,其成本一般是不相同的。价值工程就是通过对实现功能的不同手段的比较,抓住功能这一实质,寻找最经济合理的途径,达到保证功能、降低成本、提高价值的目的。

功能的确定主要考虑三方面因素:功能本身必须适合用户的某种需求;功能必须符合用户的条件和环境;功能必须适合用户的承受能力。依据功能的特性,可将功能分成以下几类。

①功能按其重要程度,可分为基本功能和辅助功能。基本功能是消费者为了它们才购买的那些功能,是必不可少的功能;辅助功能是为有效完成基本功能所引起的那些功能,属于次要功能。

②功能按照其实用性也可分为实用功能和非实用功能。实用功能必须承担产品或作业所要求实现的效用,非实用功能则是指使供需双方愉悦(更多的是顾客愉快)的效用。需要注意的是,把成本用在实用功能、基本功能方面和用在非实用功能、辅助功能上相比,不一定回报更高。

③从功能性质角度进行分类,可分为使用功能和美学功能。使用功能是从功能的内涵上反映其使用属性,是一种动态功能;美学功能是从产品外观反映功能的艺术属性,是一种静态的外观属性。

④从用户需求的角度进行分类,产品或作业的功能可分为必要功能和不必要功能。必要功能为用户要求的功能;不必要功能是指不符合用户要求的功能,又包括三类:一是多余功能,二是重复功能,三是过剩功能。

### 3. 寿命周期成本

寿命周期成本是指产品或作业在寿命期内发生的全部费用,包括从研制、生产到销售、使用的全过程,即

$$C = C_1 + C_2 \quad (10.9-2)$$

式中: $C_1$ 为研制、生产费用; $C_2$ 为使用费用(扣除净残值)。

在一定范围内,产品或作业的研制、生产费用和使用费用存在此消彼长的关系。随着产品或作业的功能水平提高,产品或作业的研制、生产费用  $C_1$  增加,使用费用  $C_2$  降低;反之,产品或作业的功能水平降低,其研制、生产费用  $C_1$  降低,但使用费用  $C_2$  会增加。因此,当功能水平逐步提高时,寿命周期成本  $C = C_1 + C_2$ ,呈 U 形变化,如图 10.9-1 所示。价值工程的目的是在满足功能的前提下,寻求最低的寿命周期成本,即  $C$  为最小值  $C_{\min}$ 。此时所对应的功能  $F^*$  为最适宜的功能水平。

## 10.9.2 价值工程的实施步骤

### 1. 价值工程的一般工作程序

价值工程的一般工作程序,见表 10.9-1。在开展价值工程活动时,一般需按照表中划分的 4 个阶段进行。细分的 12 个步骤则可针对企业和对象的具体情况灵活执行,可以适当调整。下面将对价值工程工作过程中的一些关键步骤进行详细介绍。

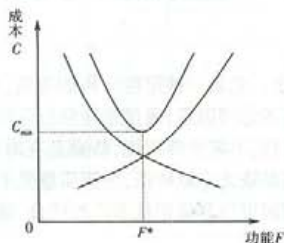


图 10.9-1 寿命周期成本曲线

表 10.9-1 价值工程的一般工作程序

阶段	步骤
准备阶段	1. 对象选择
	2. 组成价值工程工作小组
	3. 制订工作计划
分析阶段	4. 收集整理信息资料
	5. 功能系统分析
	6. 功能评价
创新阶段	7. 方案创新
	8. 方案评价
	9. 提案编写
实施阶段	10. 审批
	11. 实施与检查
	12. 成果鉴定

### 2. 价值工程对象选择

价值工程是就某个具体对象开展的有针对性的分析评价和改进,有了对象才有分析的具



体内容和目标。一项产品往往是由很多零件(或要素、环节)组成,因此不可能对它们的功能都进行分析,必须有选择地进行。价值工程的对象选择过程就是逐步收缩研究范围、寻找目标、确定主攻方向的过程。能否正确地选择价值工程对象,是价值工程活动收效大小的关键。

价值工程的目的在于提高产品价值,研究对象的选择要从市场需要出发,结合本企业实力,系统考虑。一般说来,对象选择的原则是:在设计方面,应选择结构复杂,体积、重量大,性能差,技术落后,能源消耗高,原材料消耗大或是稀有、贵重的奇缺产品;在生产制造方面,应选择产量大、工序烦琐、工艺复杂、工装落后、返修率高、废品率高、质量难于保证的产品;销售方面,应选择用户意见大、退货索赔多、竞争力差、销售量下降或市场占有率低的产品;成本方面,应选择成本高、利润低的产品或在成本构成中比重大的产品。总之,应以产量大、质量差、成本高、消耗大、结构复杂、项目重要的工程或部件作为价值工程活动的对象。

价值工程对象选择往往要兼顾定性分析和定量分析,因此,对象选择的方法很多,每种方法又各有一定的特点和适应性。应根据实际情况选用适当的方法,以取得较好的效果。下面介绍几种常用的方法。

#### (1) 经验分析法

经验分析法亦称因素分析法。它是一种定性分析的方法,即凭借开展价值工程活动人员的经验和智慧,根据对象选择应考虑的因素,通过定性分析选择对象的方法。此法的优点是能综合、全面地考虑问题且简便易行,不需特殊训练,特别是在时间紧迫或企业不具备资料的情况下,利用此法较为方便。缺点是缺乏定量依据,分析质量受工作人员的工作态度和知识经验水平的影响较大。因此,在使用时可与其他定量方法相结合,这样能取得较好的效果。

#### (2) 百分比法

百分比法,即按某种费用或某种资源在不同产品中所占的比重大小来选择价值工程对象的方法。

#### (3) ABC 分析法

ABC 分析法,即重点分析法。这是一种运用数理统计分析原理,按照局部成本在总成本中比重的大小来选择价值工程对象的方法。一般说来,企业产品的成本往往集中在少数关键零(部)件上。在选择对象产品或零件时,为了便于抓住重点,把产品(或零件)种类按成本大小顺序分为 A、B、C 三类。计算出成本占 70%~80%、零部件种类数量占 10%~15% 的产品作为 A 类;成本占 10%~20% 而零部件种类数量占 15%~20% 的作为 B 类;成本占 5%~10%、零部件种类数量占 60%~80% 的为 C 类。

A 类零部件种类少而成本比重大,是对产品成本举足轻重的关键零部件类,应列为价值工程对象;B 类零部件是次要零部件类,一般可不考虑为价值工程对象,但有时亦可选 A+B 类作为价值工程对象;C 类零部件虽然数量多,但对整体成本影响不大,暂可不作专门研究。

#### (4) 强制确定法

强制确定法又称 FD 法。在选择价值工程的对象、进行功能评价和方案评价中都可以使用。在对象选择中,它的做法是通过通过对每个零件的功能重要程度进行打分,用功能评价系数计量零件的价值,进而确定价值工程的对象。用强制确定法选择对象时要求出 3 个系数,即零件功能系数(又叫功能重要性系数)、成本系数和价值系数。

用强制确定法确定零件功能评价系数时,先把零件排列成矩阵,再按零件功能的重要程度,一对一地比较,重要的得 1 分,不重要的得 0 分,(或者功能重要的零件打 4 分,另一个相对

不重要的得0分,功能比较重要的打3分,另一个功能比较次要的打1分,两个功能同样重要的零件各得2分);然后,把某零件的得分累计起来,除以全部零件的得分总数,其值即为该零件功能评价系数:

$$\text{零件功能评价系数} = \frac{\text{某零件功能得分值}}{\text{全部零件功能得分合计}} \quad (10.9-3)$$

功能评价系数定量地说明每一个零件在全部零件中的功能重要程度。评分由熟悉产品(零件)的行家参加,各自独立打分,不讨论,不干扰。如表10.9-2是对某产品几种零件功能的评价结果。

表 10.9-2 功能评价系数表(第一位评分者)

零件名称	A	B	C	D	E	F	G	H	零件得分
A	×	1	1	0	1	1	1	1	6
B	0	×	1	0	1	1	1	1	5
C	0	0	×	0	1	1	1	0	3
D	1	1	1	×	1	1	1	1	7
E	0	0	0	0	×	0	1	0	1
F	0	0	0	0	1	×	1	0	2
G	0	0	0	0	0	0	×	0	0
H	0	0	1	0	1	1	1	×	4
合计									28

零件成本系数的确定方法是:首先,查各零件的目前成本,将各零件成本相加得出总成本;然后,再将各零件成本除以总成本,即得出各零件的零件成本系数。即

$$\text{零件成本系数} = \frac{\text{该零件目前成本}}{\text{全部零件成本}} \quad (10.9-4)$$

各零件的零件功能评价系数和零件成本系数求出后,再求价值系数。即

$$\text{价值系数} = \frac{\text{零件功能评价系数}}{\text{零件成本系数}} \quad (10.9-5)$$

表10.9-3是根据表10.9-2计算的零件价值系数计算表。由表10.9-3可见,零件价值系数有的等于1,有的大于1,有的小于1。按照“多能多得”原则,一般情况下,零件成本比重应与其功能水平相平衡协调,即价值系数应等于1或接近1。若价值系数小于1,即功能评价系数低于成本系数,说明该零件功能重要性较小,而所占成本较高,存在降低成本的潜力。在开展价值工程活动时,应选为分析研究的对象,如表10.9-3中的零件B、C、E、F就是。若价值系数大于1,说明功能过高或成本过低,应剔除过剩功能或在重要功能上适当增加成本。

表 10.9-3 零件价值系数计算表

零件名称	功能得分	功能系数	目前成本(元)	成本系数	价值系数	选择
A	6	0.214	100	0.156	1.372	

续表

零件名称	功能得分	功能系数	目前成本(元)	成本系数	价值系数	选择
B	5	0.179	150	0.234	0.765	√
C	3	0.107	80	0.125	0.856	√
D	7	0.250	120	0.188	1.329	
E	1	0.036	40	0.063	0.571	√
F	2	0.071	70	0.109	0.651	√
G	0	0	30	0.047	0	
H	4	0.143	50	0.078	1.833	
合计	28	1.000	590	1.000		

若价值系数等于1或接近1,就意味着功能的重要性与成本比重相当,这种情况一般不作为价值工程对象。但如果产品总体功能或总成本过高,而零件的功能系数与其成本系数之比率却甚协调,这时也应列为价值工程对象。

#### (5) 最合适区域法

最合适区域法,也称田中法。是一种在价值系数法的基础上利用一个最合适区域来精选价值工程对象、选择价值工程改进对象的方法。最合适区域法在选择价值工程对象时,不仅仅考虑价值系数值大于1或小于1的情况,而且还要考察功能系数和成本系数绝对值的大小,从而对各对象加以区别对待。例如,某产品中,A部件和B部件的功能重要性系数分别为9%和0.9%,总成本为1000元。A成本为100元,成本系数为10%;B成本为10元,成本系数为1%。由此可知,A和B的价值系数都是0.9。假定重要性系数不变,若想将A的价值系数提高0.1,则A的成本需降低10元;若想将B的价值系数提高0.1,则B的成本只需降低1元。因此,在零部件价值系数相同的情况下,如果功能系数和成本系数的绝对值不同,那么它们对经济效果的影响也不同。所以不能简单地以价值系数来选择价值工程对象,还应考虑各对象的功能系数和成本系数,对两者较大的应作重点考虑,对两系数较小的对象可不作重点考虑或不考虑。

### 3. 功能分析与功能评价

#### 1) 功能系统分析

从功能入手系统地研究、分析产品及劳务,这是价值工程的主要特征和方法的核心。通过功能系统分析,加深对分析对象的理解,明确对象功能的性质和相互关系,从而调整功能结构,使功能结构平衡,功能水平合理。价值工程的主要目的,就是要在功能系统分析的基础上,探索功能要求,通过创新获得以最低成本可靠地实现这些功能的手段和方法,提高对象的价值。在此阶段,需要通过功能整理,用系统的观点将已经定义了的功能系统化,找出各局部功能相互之间的逻辑关系,并用图表形式明确产品的功能系统。图10.9-2是功能系统图的一般模式。

#### 2) 功能评价

功能评价的目的是探讨功能的价值,找出低价值功能区域,以明确需要改进的具体功能范围。它是在明确功能系统图的基础上,确定功能的现实成本、目标成本、目标成本和现实成本的比值,并计算功能的价值系数。其过程如下。



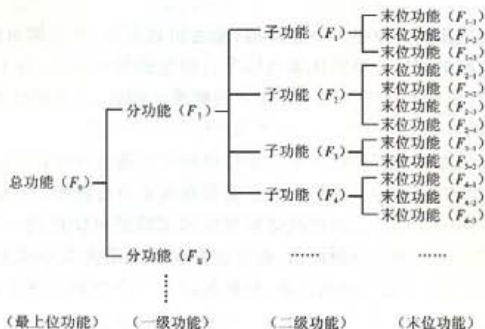


图 10.9-2 功能系统图的一般模式

## (1) 确定功能的现实成本

功能的现实成本是将评价对象的实际成本分配到功能成本上去。

## (2) 确定评价对象的目标成本

它是指可靠地实现所需功能的最低成本,通过把评价对象的功能成本与能保证完成同样功能的类似的外部项目的成本作创造性的比较而确定。功能目标成本是功能价值的衡量标准,若该值小于功能实现成本,则功能价值低;反之则高。

## (3) 计算功能价值系数

功能价值系数的计算有以下两种方法。

## ① 绝对值计量法计算功能价值系数:

$$\text{功能价值系数 } V = \frac{\text{功能评价价值 } F}{\text{功能实现成本 } C} \quad (10.9-6)$$

## ② 相对值计量法计算功能价值系数:

$$\text{功能价值系数 } V_i = \frac{\text{功能评价系数 } F_i}{\text{功能成本系数 } C_i} \quad (10.9-7)$$

它是把功能  $F$  和成本  $C$  都按所占比重的大小进行定量评价,再进行比较。前面谈到的强制确定法亦可用于功能价值系数的确定。

求出价值系数后,即可进行功能评价。若价值系数等于 1,说明评价对象的功能重要程度与成本比重相匹配,可以认为功能目前的成本是合理的;若价值系数小于 1,则表明目前成本偏高,应将评价对象列为改进对象,改进目标主要是降低成本;若价值系数大于 1,其原因可能有三种:一是目前成本偏低,不能满足评价对象实现其应有功能的要求,这时改进方向是增加成本;二是存在功能过剩的问题,改进方向是降低功能水平;三是客观上存在功能重要而成本消耗较少的情况,从而无需改进。

## (4) 功能成本改进的期望值

当确定了评价对象的目标成本和功能评价系数之后,即可计算功能成本改进期望值。例如,若整体功能的目标成本为 5 000 元,而功能  $F^*$  的功能评价系数为 0.2,则功能  $F^*$  的目标成本即为  $5\,000 \times 0.2 = 1\,000$ (元)。若  $F^*$  的现实成本为 1 500 元,则其成本改进期望值为  $1\,000 - 1\,500 = -500$ (元)。





10-9 某项目建设期为2年,建设期内每年年初分别贷款600万元和900万元,年利率为10%。若在运营期前5年内于每年年末等额偿还贷款本利,则每年应偿还( )万元。

- (A)343.20 (B)395.70 (C)411.52 (D)452.68

#### 10.2 项目经济评价中的财务效益费用估算

10-10 下列各项中,属于建筑安装工程直接费的项目是( )。

- (A)勘察设计费 (B)规费 (C)企业管理费 (D)措施费

10-11 在进行项目全部投资现金流量分析时,经营成本中应包括的项目是( )。

- (A)利息支出 (B)固定资产折旧 (C)无形资产摊销 (D)原材料费用

10-12 项目建设投资中,为获得土地使用权而支付的土地使用权出让金,按规定应列入( )。

- (A)建筑安装工程费 (B)设备工器具费用 (C)工程建设其他费用 (D)预备费

10-13 某建设项目期初贷款1000万元,建设期为3年,按8%复利计息。则建设期贷款利息为( )万元。

- (A)213.06 (B)240 (C)259.71 (D)268.61

10-14 在进行项目现金流量分析时,现金流入中不应包括的项目是( )。

- (A)产品销售收入 (B)固定资产折旧  
(C)回收固定资产余值 (D)回收流动资金

10-15 下列税种中,属于流转税的是( )。

- (A)所得税 (B)营业税 (C)车船使用税 (D)土地使用税

#### 10.3 资金来源与融资方案

10-16 某项目发行股票融资1000万元,筹资费率为5%,第一年股利率预计为9%,以后每年增长率为3%,所得税率为25%,则普通股的资金成本率 $K_c$ 为( )。

- (A)6.34% (B)9.3% (C)9.47% (D)12.47%

10-17 以下各项中,属于建设项目筹集权益资金方式的是( )。

- (A)发行债券筹集的资金 (B)国内外企业入股的资金  
(C)商业银行贷款 (D)出口信贷

10-18 某企业发行债券筹资,则企业支付债券的利息( )。

- (A)可列入成本费用 (B)只能从税后利润中支付  
(C)应列入营业外支出 (D)应列入投资损失

#### 10.4 财务分析

10-19 下列财务评价指标中反映项目偿债能力的指标是( )。

- (A)投资回收期 (B)偿债备付率 (C)财务净现值 (D)总投资收益率

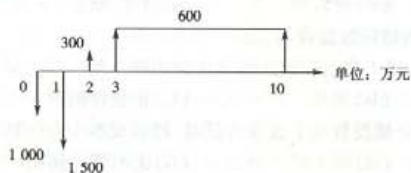
10-20 对于常规型投资项目(指在项目初期有一次或若干次投资支出,其后净现金流量为正的投资项目)而言,以下说法中正确的是( )。

- (A)财务净现值曲线单调递减 (B)财务净现值曲线单调递增  
(C)当 $FIRR \geq i_t$ 时, $FNPV \leq 0$  (D)财务内部收益率不唯一

10-21 在进行项目经济评价时使用的基准收益率是指( )。

- (A)投资要求达到的最高收益率 (B)投资要求达到的最低收益率  
(C)投资要求达到的适中收益率 (D)投资要求达到的标准收益率

10-22 有某投资项目,其现金流量图如图所示,基准收益率为10%。则从项目开始建设年份算起,静态投资回收期为( )年。



题 10-22 图

- (A) 5.67      (B) 3.67      (C) 4.55      (D) 6.78

10-23 某项目投资中有部分为银行贷款,在整个项目期等额偿还本息。其预计年总成本费用为4000万元,年折旧费和摊销费为1000万元,则该项目的现金流量表中的年经营成本应为( )。

- (A) 5000万元      (B) 小于3000万元      (C) 等于3000万元      (D) 大于3000万元

10-24 资产负债率是反映项目( )的评价指标。

- (A) 偿债能力      (B) 盈利能力      (C) 营运能力      (D) 资产管理效率

10-25 若项目的财务净现值小于零,则意味着( )。

- (A) 该项目亏损,不可行      (B) 该项目未达到预定收益水平,但可行  
(C) 该项目未达到预定收益水平,不可行      (D) 该项目利润较低

10-26 某常规项目( $IRR$ 唯一),当 $i_1 = 12\%$ 时,净现值为860万元;当 $i_2 = 18\%$ 时,净现值为-600万元。基准收益率为10%,则该项目的财务内部收益率应( )。

- (A) 在12%和10%之间      (B) 小于12%  
(C) 在12%和18%之间      (D) 大于18%

10-27 某项目总投资为6000万元,其中自有资金为3000万元,借款年利率为9%,若项目的全投资财务内部收益率为12%,则该项目自有资金财务内部收益率将( )。

- (A) 大于9%      (B) 等于9%      (C) 大于12%      (D) 等于12%

10-28 某常规投资项目寿命期为10年,当基准折现率取10%时,财务净现值等于零,若基准投资回收期为12年,则该项目的动态投资回收期( )。

- (A) 小于10年      (B) 等于10年      (C) 大于12年      (D) 等于12年

10-29 某项目投资1000万元,此后从第一年年末开始每年将有相等的净收益,方案的运营期为10年,寿命期结束时的净残值为零。若基准收益率为12%,则该项目的年净收益为( )时,净现值为零。已知: $(P/A, 12\%, 10) = 5.650$ 。

- (A) 168万元      (B) 169万元      (C) 177万元      (D) 198万元

10-30 在计算某投资项目的财务内部收益率时,得到如下结果:当用18%试算时,净现值为-499万元;当用16%试算时,净现值为9万元。则该项目的财务内部收益率约为( )。

- (A) 17.80%      (B) 16.20%      (C) 17.04%      (D) 16.04%

### 10.5 经济费用效益分析

10-31 项目经济效益与费用分析所使用的价格是( )。



(A) 货物的影子价格 (B) 货物的实际市场价格

(C) 货物的成本价 (D) 货物的出厂价格

10-32 影子价格是商品或生产要素的任何边际变化对国家的基本社会经济目标所做贡献的价值,因而,影子价格是( )。

(A) 市场价格

(B) 反映市场供求状况和资源稀缺程度的价格

(C) 计划价格

(D) 理论价格

10-33 若项目的经济净现值大于或等于零,表明( )。

(A) 项目从财务上是可以被接受的

(B) 项目从会计角度是盈利的

(C) 项目符合财务基准折现率的要求

(D) 项目从经济资源配置的角度来说是可以被接受的

### 10.6 不确定性分析

10-34 在对项目进行盈亏平衡分析时,各方案的盈亏平衡点生产能力利用率如下,则抗风险能力较强的是( )。

(A) 45%

(B) 60%

(C) 80%

(D) 90%

10-35 某投资项目预计建成后的年固定成本为 46 万元,每件产品估计售价为 56 元,单位变动成本(含销售税金和附加)为 25 元,则该项目的盈亏平衡产量为( )万件。

(A) 0.82

(B) 1.48

(C) 1.84

(D) 2.67

### 10.7 方案经济比选

10-36 有甲、乙两个计算期相同的互斥项目,其中乙项目投资大于甲项目,  $IRR_{甲} = 25\%$ ,  $IRR_{乙} = 20\%$ ,  $\Delta IRR_{乙-甲} = 18\%$ ,基准收益率为 15%,以下说法中正确的是( )。

(A) 甲项目优于乙项目

(B) 乙项目优于甲项目

(C) 甲、乙两个项目均可接受

(D) 无法判断

10-37 若从两个项目方案中选择一个方案进行建设,而两个方案的设计寿命期不相等,可应用的技术经济评价指标是( )。

(A) NPV

(B) NAV

(C) IRR

(D)  $\Delta IRR$

10-38 现有甲、乙、丙三个互相独立的投资方案,假设无资金筹集的数量限制,基准收益率为 12%,三个方案的内部收益率分别为 10%、15% 和 12%。则所有可接受的方案是( )。

(A) 甲方案

(B) 乙方案

(C) 乙方案和丙方案

(D) 甲、乙、丙三个方案

### 10.8 改扩建项目经济评价特点

10-39 扩建项目进行项目层次盈利能力分析时,应遵循的原则是( )。

(A) 以项目生存能力分析为主的原则

(B) 以项目清偿能力分析为主的原则

(C) “有无对比”原则

(D) 企业与项目对比原则

### 10.9 价值工程

10-40 价值工程的核心是( )。

(A) 产品分析

(B) 功能分析

(C) 成本分析

(D) 价值分析

10-41 某产品由 A、B、C、D 四个零部件组成,进行价值工程对象选择时,它们的价值指数



如下所示。则不应作为价值工程分析对象的是( )。

- (A) 1.803 2      (B) 1.424 6      (C) 1.000 0      (D) 0.641 9

10-42 按照价值工程原理,“价值”是指( )。

- (A) 产品消耗的必要劳动时间      (B) 功能的实现程度  
(C) 成本与功能的比值      (D) 功能与实现这种功能所耗费用的比值

10-43 在下述各项中,提高产品价值最理想的途径是( )。

- (A) 提高功能、成本不变      (B) 功能不变、成本降低  
(C) 提高功能、降低成本      (D) 成本稍有增加、功能大幅度提高

## 习题答案

10-1 (D)。解题思路:根据名义利率( $r$ )和实际利率( $i$ )的关系  $i = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$  (其中  $m$  是年复利计息次数),在年名义利率相同情况下,复利计息期越短(即每年复利计息次数越多),年实际利率越高。

10-2 (C)。解题思路:根据名义年利率和实际年利率的定义,名义年利率  $r = 1.2\% \times 12 = 14.4\%$

$$\text{实际年利率} = \left[ \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1 \right] = (1 + 1.2\%)^{12} - 1 = 15.39\%$$

10-3 (B)。解题思路:设年复利为  $i$ ,按照资金等值变换公式,要想使现在的 1 000 元和 10 年后的 2 000 元等值,有下式成立:

$$1\,000 = 2\,000 \times (1 + i)^{-10}$$

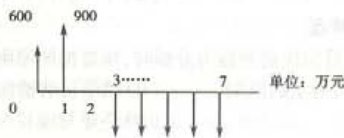
求解得  $i = 7.18\%$

10-4 (B)。解题思路:  $\frac{10 - 1 - 2 \times 2.653}{33.066} = 1\,117.2$  元

10-5 (D)    10-6 (B)    10-7 (B)    10-8 (A)

10-9 (D)。解题思路:首先应根据题意确定各年的现金流量,如下图。由于运营期是从第三年初开始,到第三年年底才需偿还贷款本息,所以第二年年末没有现金流发生。根据时间价值等值变化公式计算如下:

$$\begin{aligned} \text{等额偿还本金} &= [600 \times (1 + 10\%)^2 + 900 \times (1 + 10\%)] \times \left[ \frac{10\%}{1 - (1 + 10\%)^{-5}} \right] \\ &= 452.68 (\text{万元}) \end{aligned}$$



题 10-9 解图

10-10 (D)

10-11 (D)。解题思路:经营成本 = 总成本费用 - 折旧费 - 摊销费 - 利息支出

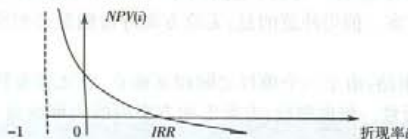
全部投资现金流量表不考虑投资来源,从项目整体出发分析现金流量。利息支付并未流出项目系统,故应从总成本费用中扣除。固定资产折旧和无形资产摊销均属于非付现成本,并未形成现金流出。在选项中,只有原材料费用对整个项目形成了现金流出。

10-12 (C)

10-13 (C)。解题思路: $1\ 000 \times (1 + 1.08)^3 = 259.71$

10-14 (B) 10-15 (B) 10-16 (D) 10-17 (B) 10-18 (A) 10-19 (B)

10-20 (A)。解题思路:对于常规性投资项目,随着折现率的提高,项目的财务净现值会单调递减,且与横轴仅有一个交点,即项目的财务内部收益率是唯一的。如图所示。



题 10-20 解图

10-21 (B)

10-22 (A)。解题思路:静态投资回收期的计算公式为

$$P_t = [\text{累计净现金流量开始出现正值的年份数}] - 1 + \frac{\text{上年累计净现金流量的绝对值}}{\text{当年净现金流量}}$$

经计算可得,累计净现金流量开始出现正值的年份数为第6年,第5年累计净现金流量的绝对值为400,得到

$$P_t = 6 - 1 + 400/600 = 5.67(\text{年})$$

10-23 (B)。解题思路:经营成本 = 总成本费用 - 折旧费 - 摊销费 - 利息支出 = 4 000 - 1 000 - 利息支出。

因题设中指出该项目有30%的银行贷款,故存在一定的利息支出。故经营成本应小于3 000万元。

10-24 (A) 10-25 (C)

10-26 (C)。解题思路:由于两次计算得出的  $FNPV$  为一正一负,根据常规项目现金流曲线可以得出内部收益率在  $i_1$  和  $i_2$  之间。

10-27 (C)。解题思路:首先要搞清楚自有资金现金流量和全部投资现金流量的差异在于总投资和借款本金偿还的处理上:自有资金现金流量的投资仅为3 000万元;全部投资现金流量不将借款本金偿还作为现金流出,而自有资金现金流量将借款本金偿还作为现金流出。由于借款利率为9%,自有资金现金流量中的借款本金偿还部分的按12%折现的现值小于3 000万元(即两种现金流量投资部分的差6 000万元 - 3 000万元),所以按12%折现自有资金现金流量时,  $FNPV$  大于零。因此其内部收益率应大于12%。

10-28 (B)。解题思路:动态投资回收期是指在考虑资金时间价值条件下,以项目净收益抵偿全部投资所需要的时间。计算公式为

$$\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i)^{-t} = 0$$

该常规项目的净现值为零,说明在项目寿命期间(10年)内,项目折现净现金流刚好抵偿全部投资,即动态投资回收期为10年。

10-29 (B) 10-30 (D) 10-31 (A) 10-32 (B) 10-33 (D) 10-34 (A)  
10-35 (B)。解题思路:盈亏平衡点(产量)的计算公式为

$$BEP = \frac{\text{固定成本}}{\text{单价} - \text{单位变动成本} - \text{单位产品销售税金及附加}} = \frac{46}{56 - 25} = 1.48$$

10-36 (B)。解题思路:互斥方案比选时,无论寿命期是否相同,均不能用内部收益率作为评判标准。可用差额内部收益率进行分析。由于基准收益率为15%,  $\Delta IRR_{乙-甲} = 18\% > 15\%$ ,说明投资大的乙方案其超出的投资可得到足够的回报,所以乙方案优于甲方案。

10-37 (B)。解题思路:是一个互斥方案优选问题,两方案寿命期相等时,可用 NPV 或  $\Delta IRR$  方法进行比选。但寿命期不等时,上面两个方法不能使用,可用比较方案的净年值 (NAV),选择 NAV 大的方案。值得注意的是,无论方案寿命期是否相等,都不能直接用 IRR 进行互斥方案比选。

10-38 (C)。解题思路:由于三个项目之间相互独立,且无资金约束,则可独立用内部收益率指标判别项目的可行性。根据题设,方案乙和方案丙的内部收益率大于或等于基准收益率,故可以接受。

10-39 (C) 10-40 (B) 10-41 (C) 10-42 (D) 10-43 (C)

# 11 法律法规

## 考试大纲

### 1. 中华人民共和国建筑法

总则;建筑许可;建筑工程发包与承包;建筑工程监理;建筑安全生产管理;建筑工程质量管理;法律责任。

### 2. 中华人民共和国安全生产法

总则;生产经营单位的安全生产保障;从业人员的权利和义务;安全生产的监督管理;生产安全事故的应急救援与调查处理。

### 3. 中华人民共和国招标投标法

总则;招标;投标;开标;评标和中标;法律责任。

### 4. 中华人民共和国合同法

一般规定;合同的订立;合同的效力;合同的履行;合同的变更和转让;合同的权利义务终止;违约责任;其他规定。

### 5. 中华人民共和国行政许可法

总则;行政许可的设定;行政许可的实施机关;行政许可的实施程序;行政许可的费用。

### 6. 中华人民共和国节约能源法

总则;节能管理;合理使用与节约能源;节能技术进步;激励措施;法律责任。

### 7. 中华人民共和国环境保护法

总则;环境监督管理;保护和改善环境;防治环境污染和其他公害;法律责任。

### 8. 建设工程勘察设计管理条例

总则;资质资格管理;建设工程勘察设计发包与承包;建设工程勘察设计文件的编制与实施;监督管理。



### 9. 建设工程质量管理条例

总则;建设单位的质量责任和义务;勘察设计单位的质量责任和义务;施工单位的质量责任和义务;工程监理单位的质量责任和义务;建设工程质量保修。

### 10. 建设工程安全生产管理条例

总则;建设单位的安全责任;勘察设计工程监理及其他有关单位的安全责任;施工单位的安全责任;监督管理;生产安全事故的应急救援和调查处理。

## 复习指导

随着我国市场经济体制的发展和完善,逐渐将工程建设纳入到社会主义法制轨道,这就要求工程技术人员应当熟知有关法律法规的规定,以适应市场经济建设的需要。

本章根据考试大纲要求,将建筑法、安全生产法、招标投标法、合同法、行政许可法、节约能源法、环境保护法、建设工程勘察设计条例、建设工程质量管理条例以及建设工程安全生产管理条例中与勘察设计活动较为相关的规定进行了梳理,分为10节。

法律法规的考试内容文字性强,各个法律法规自成体系,学员在复习中往往因法律法规的条款繁杂,难以记忆。在此,建议学员以法律法规中的概念性、权义性规定作为复习重点,兼顾行政监督管理的内容。至于考试大纲涉及的十个法律法规,相对于勘察设计活动来说,建筑法、建筑工程勘察设计管理条例是最为重要的,应放在复习首位,其次是招标投标法、合同法;再次是安全生产法、质量管理条例和安全生产管理条例,最后是节约能源法、环境保护法和行政许可法。

为了巩固记忆,学员应将阅读、识记与习题练习结合起来,每复习完一个法律法规,即做相应的习题。通过做题即可检验理解识记相关内容的程度,也可发现复习遗漏,起到拾遗补缺的作用。

## 复习内容

### 11.1 中华人民共和国建筑法

要求:理解和掌握建筑工程施工许可和建筑活动从业许可的基本规定,掌握建筑工程承包的主要规定,了解建筑工程发包的方式和模式;熟悉建筑工程监理的依据以及工程监理人员的职责,了解工程监理单位的行为准则;掌握勘察设计单位的质量责任。

#### 11.1.1 总则

##### 1. 立法宗旨(或立法目的)

为了加强对建筑活动的监督管理,维护建筑市场秩序,保证建筑工程质量和安全,促进建筑业健康发展,1997年11月1日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过了《中华人民共和国建筑法》(以下简称《建筑法》),该法已于1998年3月1日起施行。

##### 2. 适用范围

在中华人民共和国境内从事建筑活动,实施对建筑活动的监督管理,应当遵守《建筑法》。

《建筑法》所称建筑活动,是指各类房屋建筑及其附属设施的建造和与其配套的线路、管道、设备的安装活动。

## 11.1.2 建筑许可

### 1. 建筑工程施工许可

#### (1) 建筑工程施工许可证的申请与颁发

建筑工程开工前,建设单位应当按照国家有关规定向工程所在地县级以上人民政府建设行政主管部门申请施工许可证。建设行政主管部门应当自收到申请之日起15日内,对符合条件的申请颁发施工许可证。

#### (2) 申请施工许可证应当具备的条件

- ①已经办理该建筑工程用地批准手续;
- ②在城市规划区的建筑工程,已经取得规划许可证;
- ③需要拆迁的,其拆迁进度符合施工要求;
- ④已经确定建筑施工企业;
- ⑤有满足施工需要的施工图纸及技术资料;
- ⑥有保证工程质量和安全的具体措施;
- ⑦建设资金已经落实;
- ⑧法律、行政法规规定的其他条件。

#### (3) 施工许可证的有效期限(时效)

①建设单位应当自领取施工许可证之日起3个月内开工。因故不能按期开工的,应当在期满前向发证机关申请延期;延期以两次为限,每次不超过三个月。既不开工又不申请延期或者超过延期次数、时限的,施工许可证自行废止。

②在建的建筑工程因故中止施工的,建设单位应当自中止施工之日起1个月内,向发证机关报告,并按照规定做好建筑工程的维护管理工作。

建筑工程恢复施工时,应当向发证机关报告;中止施工满一年的工程恢复施工前,建设单位应当报发证机关核验施工许可证。

### 2. 建筑活动从业许可

#### (1) 经营资质许可

从事建筑活动的建筑施工企业、勘察单位、设计单位和工程监理单位,按照其拥有的注册资本、专业技术人员、技术装备和已完成的建筑工程业绩等资质条件,划分为不同的资质等级,经资质审查合格,取得相应等级的资质证书后,方可在其资质等级许可的范围内从事建筑活动。

#### (2) 专业技术人员执业资格许可

从事建筑活动的专业技术人员,应当在各自的专业范围内经考核认定或考试合格,依法取得相应的执业资格证书,经注册后方可在执业资格证书许可的范围内从事建筑活动。

## 11.1.3 建筑工程发包与承包

### 1. 建筑工程发包

#### (1) 建筑工程的发包方式

《建筑法》规定:建筑工程依法实行招标发包,对不适于招标发包的可以直接发包。根据这一规定,建筑工程的发包方式包括招标发包和直接发包两种。

#### (2) 建筑工程的发包模式(发包范围)

《建筑法》提倡对建筑工程实行总承包。建筑工程的发包单位可以将建筑工程的勘察、设

计、施工、设备采购一并发包给一个工程总承包单位,也可以将建筑工程勘察、设计、施工、设备采购的一项或者多项发包给一个工程总承包单位。

法律禁止将建筑工程肢解发包。所谓肢解发包,是指建设单位将应当由一个承包单位完成的建筑工程划分成若干部分分别发包给几个承包单位的行为。

### (3) 不得指定材料设备或厂商

按照合同约定,建筑材料、建筑构配件和设备由工程承包单位采购的,发包单位不得指定承包单位购入用于工程的建筑材料、建筑构配件和设备或者指定生产厂、供应商。

## 2. 建筑工程承包

### (1) 依法承包

我国对建筑工程承包单位实行资质等级制度。

承包建筑工程的勘察、设计、施工企业应当持有依法取得的资质证书,并在资质等级许可的业务范围内承揽工程。

禁止勘察、设计、施工企业超越本企业资质等级许可的业务范围承包工程,禁止勘察、设计、施工企业以其他企业的名义承包工程。禁止勘察、设计、施工企业以任何形式允许其他单位或者个人使用本企业的资质证书、营业执照,以本企业的名义承包工程。

### (2) 联合共同承包

《建筑法》规定:大型建筑工程或者结构复杂的建筑工程,可以由两个以上的承包单位联合共同承包。共同承包的各方对承包合同的履行承担连带责任。两个以上不同资质等级的单位实行联合共同承包的,应当按照资质等级低的单位的业务许可范围承揽工程。

### (3) 建筑工程的分包

《建筑法》规定:建筑工程总承包单位可以将承包工程中的部分工程发包给具有相应资质条件的分包单位;但是,除总承包合同中约定的分包外,必须经建设单位认可。建筑工程主体结构的施工必须由总承包单位自行完成。

建筑工程总承包单位按照总承包合同的约定对建设单位负责;分包单位按照分包合同的约定对总承包单位负责。总承包单位和分包单位就分包工程对建设单位承担连带责任。

禁止总承包单位将工程分包给不具备相应资质条件的单位。

禁止分包单位将其承包的工程再分包。

### (4) 禁止转包工程

《建筑法》规定:禁止承包单位将其承包的全部建筑工程转包给他人,禁止承包单位将其承包的全部建筑工程肢解以后以分包的名义分别转包给他人。

## 11.1.4 建筑工程监理

### 1. 工程监理的依据

建筑工程监理应当依照法律、行政法规以及有关的技术标准、设计文件和建筑工程承包合同,对承包单位在施工质量、建设工期和建设资金使用等方面,代表建设单位实施监督。

### 2. 工程监理人员的职责(权限)

工程监理人员认为工程施工不符合工程设计要求、施工技术标准和合同约定的,有权要求建筑施工企业改正。

工程监理人员发现工程设计不符合建筑工程质量标准或者合同约定的质量要求的,应当报告建设单位要求设计单位改正。



### 3. 工程监理单位的行爲准则

#### (1) 依法承揽监理业务

工程监理单位应当在其资质等级许可的监理范围内,承揽工程监理业务。

#### (2) 执行监理业务

工程监理单位应当根据建设单位的委托,客观、公正地执行监理业务。

工程监理单位与被监理工程的承包单位以及建筑材料、建筑构配件和设备供应单位不得有隶属关系或者其他利害关系。

工程监理单位不得转让工程监理业务。

### 4. 监理单位的赔偿责任

工程监理单位不按照委托监理合同的约定履行监理义务,对应当检查的项目不检查或者不按规定检查,给建设单位造成损失的,应当承担相应的赔偿责任。

工程监理单位与承包单位串通,为承包单位谋取非法利益,给建设单位造成损失的,应当与承包单位承担连带赔偿责任。

#### 11.1.5 建筑工程安全生产管理

建筑工程安全管理必须坚持安全第一、预防为主的方针,建立健全安全生产的责任制度和群防群治制度。

#### 11.1.6 建筑工程质量管理

勘察设计单位的质量责任包括:

①建筑工程的勘察、设计单位必须对勘察、设计的质量负责;

②建筑设计单位对设计选用的建筑材料、建筑构配件和设备,不得指定生产厂、供应商。

#### 11.1.7 法律责任

建筑设计单位不按照建筑工程质量、安全标准进行设计的,责令改正,处以罚款;造成工程质量事故的,责令停业整顿,降低资质等级或者吊销资质证书,没收违法所得,并处罚款;造成损失的,承担赔偿责任;构成犯罪的,依法追究刑事责任。

【例 11.1-1】根据《建筑法》的规定,划分勘察设计单位资质等级的条件,不包括( )。

(A) 注册资本 (B) 技术装备 (C) 专业技术人员 (D) 技术保障措施

解:该题主要考核学员对从事建筑活动的相关单位经营资质许可制度的理解。《建筑法》规定:从事建筑活动的建筑施工企业、勘察单位、设计单位和工程监理单位,按照其拥有的注册资本、专业技术人员、技术装备和已完成的建筑工程业绩等资质条件,划分为不同的资质等级……。根据以上规定,勘察设计单位的资质条件包括:注册资本、专业技术人员、技术装备和已完成的建筑工程业绩等,本题要求选择“不包括的条件”,因此,(D)符合题意。

【例 11.1-2】根据《建筑法》的规定,建筑设计单位不按照建筑工程质量、安全标准进行设计,造成工程质量事故的,可对其进行的行政处罚是( )。

(A) 赔偿损失 (B) 吊销营业执照 (C) 没收违法所得 (D) 判处有期徒刑

该题主要考核学员对《建筑法》的法律责任规定的理解。《建筑法》规定:建筑设计单位不按照建筑工程质量、安全标准进行设计的,责令改正,处以罚款;造成工程质量事故的,责令停业整顿,降低资质等级或者吊销资质证书,没收违法所得,并处罚款;造成损失的,承担赔偿责任





任;构成犯罪的,依法追究刑事责任。其中,赔偿责任属于民事责任,故(A)不符合题意。判处有期徒刑,属于刑事责任,故(D)不符合题意。吊销营业执照和没收违法所得虽然都属于行政处罚,但根据《建筑法》的规定,由建设行政主管部门进行的行政处罚不包括吊销营业执照,故(B)也不符合题意。因此,本题最符合题意的选项为(C)。

## 11.2 中华人民共和国安全生产法

要求:理解和熟悉生产经营单位的安全生产保障,掌握从业人员安全生产中的权利和义务;熟悉安全生产的监督管理,掌握生产安全事故的应急救援体系,熟悉安全生产责任事故报告。

### 11.2.1 总则

#### 1. 立法宗旨(立法目的)

为了加强安全生产监督管理,防止和减少生产安全事故,保障人民群众生命和财产安全,促进经济发展,第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过了《中华人民共和国安全生产法》(以下简称《安全生产法》),该法已于2002年11月1日起施行。

#### 2. 基本原则

①安全生产管理,坚持安全第一、预防为主方针。

②生产经营单位的从业人员有依法获得安全生产保障的权利,并应当依法履行安全生产方面的义务。

③生产经营单位必须遵守有关安全生产的法律、法规,加强安全生产管理,建立、健全安全生产责任制度,完善安全生产条件。生产经营单位的主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责。

④国家实行生产安全事故责任追究制度,追究生产安全事故人员的法律责任。

### 11.2.2 生产经营单位的安全生产保障

#### 1. 单位负责人的职责

①建立、健全本单位安全生产责任制;

②组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程;

③保证本单位安全生产投入的有效实施;

④督促、检查本单位的安全生产工作,及时消除生产安全事故隐患;

⑤组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案;

⑥及时、如实报告生产安全事故。

#### 2. 资金投入

生产经营单位应当具备安全生产条件所必需的资金投入,并对由于安全生产所需的资金投入不足导致的后果承担责任。

#### 3. 安全管理机构和人员配备

矿山、建筑施工单位和危险物品的生产、经营、储存单位,应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。

#### 4. 从业人员安全教育和培训

生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训,保证从业人员具备必要的安全

生产知识,熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训不合格的从业人员,不得上岗作业。

#### 5. 特种作业人员持证上岗

特种作业人员必须经专门的安全作业培训,取得特种作业操作资格证书,方可上岗作业。

#### 6. 建设项目安全设施

生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

#### 7. 安全警示标志

生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上,设置明显的安全警示标志。

#### 8. 安全设备标准及保养、检测

生产经营单位使用的涉及生命安全、危险性较大的特种设备,以及危险物品的容器、运输工具,必须按照国家有关规定,由专业生产单位生产,并取得专业资质的检测、检验机构检测、检验合格,取得安全使用证或者安全标志,方可投入使用。检测、检验机构对检测、检验结果负责。

#### 9. 危险物品的管理

生产经营单位生产、经营、运输、储存、使用危险物品或者处置废弃危险物品,必须执行有关法律、法规和国家标准或者行业标准,建立专门的安全管理制度,采取可靠的安全措施,接受有关主管部门依法实施的监督管理。

#### 10. 重大危险源的管理

生产经营单位对重大危险源应当登记建档,进行定期检测、评估、监控,制定应急预案,告知从业人员和相关人员在紧急情况下应当采取的应急措施,并按规定办理备案手续。

#### 11. 危险作业的管理

生产经营单位进行爆破、吊装等危险作业,应当安排专门人员进行现场安全管理,确保操作规程的遵守和安全措施的落实。

#### 12. 生产经营场所和员工宿舍的安全要求

生产、经营、储存、使用危险物品的车间、商店、仓库不得与员工宿舍在同一座建筑物内,应当与员工宿舍保持安全距离。

禁止封闭、堵塞生产经营场所或者员工宿舍的出口。

#### 13. 对从业人员的安全管理

生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品,并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

生产经营单位必须依法参加工伤社会保险,为从业人员缴纳保险费。

### 11.2.3 从业人员的权利和义务

#### 1. 安全生产中从业人员的权利

##### ① 劳动合同的安全条款。

生产经营单位不得以任何形式与从业人员订立协议,免除或者减轻其对从业人员因生产安全事故伤亡依法应承担的责任。

##### ② 知情权、建议权。

##### ③ 批评、检举、控告权。

④紧急情况处置权。

⑤获得赔偿权。

## 2. 安全生产中从业人员的义务

①服从安全管理的义务。

②接受安全生产教育和培训的义务。

③不安全因素报告义务。

从业人员发现事故隐患或者其他不安全因素,应当立即向现场安全生产管理人员或者本单位负责人报告;接到报告的人员应当及时予以处理。

## 11.2.4 安全生产的监督管理

### 1. 安全生产事项的审批

安全生产监督管理部门,依照有关规定,对涉及安全生产的事项需要审查批准或验收的,必须严格依照有关法律、法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件和程序进行审查;不符合有关法律、法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件的,不得批准或者验收通过。

### 2. 监督检查

负有安全生产监督管理职责的部门,依法对生产经营单位执行有关安全生产的法律、法规和国家标准或者行业标准的情况进行安全监督检查时,有权采取下列措施。

①进入生产经营单位进行检查,调阅有关安全生产的文件和资料,向有关单位和人员了解情况。

②对检查中发现的安全生产违法行为,当场予以纠正或者要求限期改正;对依法应当给予行政处罚的行为,依照《安全生产法》和其他有关法律、行政法规的规定作出行政处罚决定。

③对检查中发现的安全事故隐患,应当责令立即排除;重大安全事故隐患排除前或者排除过程中无法保证安全的,责令从危险区域内撤出作业人员或者暂时停产或者停止使用;重大安全事故隐患排除后,经审查同意,方可恢复生产经营和使用。

④对不符合保障安全生产的国家标准或者行业标准的设施、设备、器材予以查封或者扣押,并应当在十五日内依法作出处理决定。

### 3. 安全生产监察

检察机关依照行政监察法的规定,对负有安全生产监督管理职责的部门及其工作人员履行安全生产管理职责实施监察。

## 11.2.5 生产安全事故的应急救援与调查处理

### 1. 生产安全事故的应急救援体系

①县级以上人民政府应当组织制定本行政区域内特大生产安全事故应急救援预案,建立应急救援体系。

②危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工等单位应当建立应急救援组织;可以不建立应急组织的,应当指定兼职的应急救援人员。

③危险物品的生产、经营、存储单位以及矿山、建筑施工等单位应当配备必要的应急救援器材、设备,并保证正常运转。

### 2. 安全生产责任事故报告

①生产经营单位发生生产安全事故后,事故现场有关人员应立即报告本单位负责人。



单位负责人接到事故报告后,应当迅速采取有效措施,组织抢救,防止事故扩大,并立即如实报告当地负有安全生产监督管理职责的部门,不得隐瞒不报、谎报或者拖延不报,不得破坏事故现场、毁灭有关证据。

实行工程总承包的建设工程,由总承包单位负责上报事故。

②负有安全生产监督管理职责的部门接到事故报告后,应当立即按照国家有关规定上报事故情况,不得隐瞒不报、谎报或者拖延不报。

有关地方人民政府和负有安全生产监督管理职责部门的负责人接到重大生产安全事故报告后,应当立即赶到现场,组织事故抢救。

【例 11.2-1】根据《安全生产法》的规定,生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训的内容不包括( )。

- (A) 安全生产知识 (B) 安全操作技能  
(C) 安全生产规章制度和安全操作规程 (D) 特种作业操作技能

该题主要考核学员对《安全生产法》有关生产经营单位的安全生产保障中对从业人员安全教育、培训和特种作业人员持证上岗规定的理解。《安全生产法》中规定:生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训,取得特种作业操作资格证书,方可上岗作业。因此,特种作业操作技能的培训并非生产经营单位的培训范围内,(D)符合题意。

【例 11.2-2】根据《安全生产法》有关生产安全事故的应急救援与调查处理的规定,建筑施工企业应当( )。

- (A) 指定专职的应急救援人员  
(B) 一律建立应急救援组织  
(C) 配备全部的应急救援器材、设备  
(D) 对应急救援器材、设备进行经常性维护、保养

该题主要考核学员对《安全生产法》中有关生产安全事故应急救援体系规定的理解。根据《安全生产法》的相关规定,建筑施工单位应当建立应急救援组织;生产规模较小,可以不建立应急救援组织,但应当指定兼职的应急救援人员;建筑施工单位应当配备必要的应急救援器材、设备,并进行经常性维护、保养,保证正常运转。题中(A)指定专职的应急救援人员;(B)一律建立应急救援组织;(C)配备全部的应急救援器材、设备均不符合题意。只有(D)符合题意。

### 11.3 中华人民共和国招标投标法

要求:理解和熟悉招标投标活动应遵循的原则;掌握必须招标的项目范围;了解招标方式及招标文件;掌握投标人的主体资格和投标文件的规定;熟悉对不当投标行为的禁止规定;掌握开标的时间及程序规定;掌握评标委员会的组建与评标程序;熟悉中标的条件与通知;了解招标人和中标人签订合同的规定。

#### 11.3.1 总则

##### 1. 立法宗旨

为了规范招标投标活动,保护国家利益、社会公共利益和招标投标活动当事人的合法权



益,提高经济效益,保证项目质量,1999年8月30日第九届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过了《中华人民共和国招标投标法》(以下简称《招标投标法》),该法已于2000年1月1日起施行。

## 2. 基本原则

招标投标活动应当遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则。

## 3. 必须招标的项目范围

《招标投标法》明确规定:在中华人民共和国境内进行下列工程建设项目包括项目的勘察、设计、施工、监理以及工程建设有关的重要设备、材料等的采购,必须进行招标:

- ①大型基础设施、公用事业等关系社会公共利益、公共安全的项目;
- ②全部或者部分使用国有资金投资或者国家融资的项目;
- ③使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。

《招标投标法》还规定:涉及国家安全、国家秘密、抢险救灾或者属于利用扶贫资金实行以工代赈、需要使用农民工等特殊情况,不适宜进行招标的项目,按照国家有关规定可以不进行招标。

### 11.3.2 招标

#### 1. 招标方式

《招标投标法》规定:招标分为公开招标和邀请招标。

公开招标,是指招标人以招标公告的方式邀请不特定的法人或者其他组织投标。《招标投标法》规定:国务院发展计划部门确定的国家重点项目和省、自治区、直辖市人民政府确定的地方重点项目不适宜公开招标的,经国务院发展计划部门或者省、自治区、直辖市人民政府批准,可以进行邀请招标。

邀请招标,是指招标人以投标邀请书的方式邀请特定的法人或者其他组织投标。《招标投标法》规定:招标人采用邀请招标方式的,应当向3个以上的具备承担招标项目的的能力、资信良好的特定法人或者其他组织发出投标邀请书。

#### 2. 自行招标

《招标投标法》规定,招标人具有编制招标文件和组织评标能力的,可以自行办理招标事宜。任何单位和个人不得强制其委托招标代理机构办理招标事宜。依法必须进行招标的项目,招标人自行办理招标事宜的,应当向有关行政监督部门备案。

#### 3. 招标代理机构

招标代理机构是依法设立、从事招标代理业务并提供相关服务的社会中介组织。招标代理机构与行政机关和其他国家机关不得存在隶属关系或者其他利益关系。

招标代理机构应当具备下列条件:

- ①有从事招标代理业务的营业场所和相应资金;
- ②有能够编制招标文件和组织评标的相应专业力量;
- ③有可以作为评标委员会成员人选的技术、经济等方面的专家库。

招标代理机构应当在招标人委托的范围内办理招标事宜。

#### 4. 招标公告或投标邀请书

根据《招标投标法》的规定,招标公告和投标邀请书应当载明以下事项:

- ①招标人的名称和地址;



- ②招标项目的性质;
- ③招标项目的数量;
- ④招标项目的实施地点;
- ⑤招标项目的实施时间;
- ⑥获取招标文件的办法。

#### 5. 潜在投标人

招标人应当根据招标项目本身的要求,在招标公告或投标邀请书中,要求潜在投标人提供有关资质证明文件和业绩情况,并对潜在投标人进行资格审查;国家对投标人的资格条件有规定的,依照其规定。

招标人不得以不合理的条件限制或者排斥潜在投标人,不得对潜在投标人实行歧视待遇。

#### 6. 招标文件的内容

①招标人应当根据招标项目的特点和需要编制招标文件。招标文件应当包括招标项目的技术要求、对投标人资格审查的标准、投标报价要求和评标标准等所有实质性要求和条件以及拟签订合同的主要条款。

②国家对招标项目的技术、标准有规定的,招标人应当按照其规定在招标文件中提出相应要求。招标项目需要划分标段、确定工期的,招标人应当合理划分标段、确定工期,并在招标文件中载明。

#### 7. 招标文件的澄清或修改

招标人对已发出的招标文件进行必要的澄清或者修改的,应当在招标文件要求提交投标文件截止时间至少15日前,以书面形式通知所有招标文件收受人。该澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分。

#### 8. 招标文件的内容应体现公平

招标文件不得要求或者标明特定的生产供应者以及含有倾向或者排斥潜在投标人的其他内容。招标人应当确定投标人编制投标文件的合理时间,依法必须进行招标的项目,自招标文件开始发出之日起至投标人提交投标文件截止之日止,最短不得少于20日。

招标人设有标底的,标底必须保密。

### 11.3.3 投标

#### 1. 投标人

投标人是响应招标、参加投标竞争的法人或者其他组织。

投标人应当具备承担招标项目的能力;国家有关规定对投标人资格条件或者招标文件对投标人资格条件有规定的,投标人应当具备规定的资格条件。

#### 2. 投标文件的编制

投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标文件应当对招标文件提出的实质性要求和条件作出响应。

投标人根据招标文件载明的项目实际情况,拟在中标后将中标项目的部分非主体、非关键性工作分包的,应当在投标文件中载明。

#### 3. 投标文件的送达

《招标投标法》规定:投标人应当在招标文件要求提交投标文件的截止时间前,将投标文件送达投标地点。招标人收到投标文件后,应当签收保存,在开标前任何单位和个人不得开启

投标文件。

#### 4. 投标文件的补充、修改或者撤回

投标人在招标文件要求提交投标文件的截止时间前,可以补充、修改或者撤回已提交的投标文件,并书面通知招标人。补充、修改的内容为投标文件的组成部分。

#### 5. 投标文件被拒绝

投标文件有下列情形之一的,招标人不予受理:

- ①逾期送达的或者未送达指定地点的;
- ②未按招标文件要求密封的。

#### 6. 重新招标

提交投标文件的投标人少于3个的,招标人应当依法重新招标。

#### 7. 共同投标

《招标投标法》规定:两个以上法人或者其他组织可以组成一个联合体,以一个投标人的身份共同投标。

联合体共同投标的,联合体各方均应当具备承担招标项目的相应能力;国家有关规定或者招标文件对投标人资格条件有规定的,联合体各方均应当具备规定的相应资格条件。由同一专业的单位组成的联合体,按照资质等级较低的单位确定资质等级。

联合体各方应当签订共同投标协议,明确约定各方拟承担的工作和责任,并将共同投标协议连同投标文件一并提交招标人。联合体中标的,联合体各方应当共同与招标人签订合同,就中标项目向招标人承担连带责任。

投标人之间的联合投标应当是出于自愿,招标人不得强制投标人联合投标。

#### 8. 禁止投标人实施不正当的投标行为

- ①投标人相互串通投标报价;
- ②投标人与招标人串通投标;
- ③以向招标人或者评委会成员行贿的手段谋取中标;
- ④以低于成本的报价竞标;
- ⑤以他人名义投标或以其他方式弄虚作假,骗取中标。

### 11.3.4 开标、评标和中标

#### 1. 开标

##### (1) 开标的时间和地点

开标应当在招标文件确定的提交投标文件截止时间的同一时间公开进行。开标地点应当为招标文件中预先确定的地点。

##### (2) 开标的主持与出席

开标由招标人主持,邀请所有投标人参加。

##### (3) 开标程序

开标时,由投标人或者其推选的代表检查投标文件的密封情况,也可由招标人委托的公证机构检查并公证;经确认无误后,由工作人员当众拆封,宣读投标人名称、投标价格和投标文件的其他主要内容。

招标人在招标文件要求的提交投标文件的截止时间前收到的所有投标文件,开标时都应当予以拆封、宣读。



开标过程应当记录,并存档备查。

## 2. 评标

### (1) 组建评标委员会

《招标投标法》规定:评标由招标人依法组建的评标委员会负责。依法必须进行招标的项目,其评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成,成员人数为5人以上单数,其中技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的2/3。

与投标人有利害关系的人不得进入相关项目的评标委员会;已经进入的应当更换。评标委员会名单在中标结果确定前应当保密。

技术、经济专家应当从事相关领域工作满8年并具有高级职称或者具有同等专业水平,由招标人从国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府有关部门提供的专家名册或者招标代理机构的专家库内的相关专业的专家名单中确定;一般招标项目可以采取随机抽取方式,特殊招标项目可以由招标人直接确定。

### (2) 评标程序

评标委员会可以要求投标人对投标文件中含义不明确的内容作必要的澄清或者说明,但是澄清或者说明不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质性内容。

评标委员会要依据招标文件确定的评标标准和方法对投标文件进行评审和比较,招标人设有标底的,标底在评标中应当作为参考,但不得作为评标的唯一依据。

评标委员会经评审,认为所有投标都不符合招标文件要求的,可以否决所有投标。

评标委员会完成对投标文件的评标后,应当编制书面的评标报告并推荐中标候选人。

## 3. 中标人的投标文件应当符合的条件

根据《招标投标法》的规定,中标人的投标文件应当符合下列条件之一:

①能够最大限度地满足招标文件中规定的各项综合评标标准;

②能够满足招标文件的实质性要求,并且经评审的投标价格最低;但是投标价格低于成本的除外。

## 4. 定标

招标人应当根据评标委员会提出的书面评标报告和推荐的中标候选人确定中标人。招标人如果认为有必要,也可以授权给评标委员会确定中标人。

在确定中标人前,招标人不得与投标人就投标价格、投标方案等实质性内容进行谈判。

## 5. 中标通知

中标人确定后,招标人应当向中标人发出中标通知书,并同时将中标结果通知所有未中标的投标人。

中标通知书对招标人和中标人具有法律效力。中标通知书发出后,招标人改变中标结果的,或者中标人放弃中标项目的,应当依法承担法律责任。

## 6. 招标人与中标人签订合同

招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起30日内,按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。

招标人和中标人不得再行订立背离合同实质性内容的其他协议。

招标文件要求中标人提交履约保证金的,中标人应当提交。



### 7. 依法必须进行招标的项目的书面报告

《招标投标法》规定：“依法必须进行招标的项目，招标人应当自确定中标人之日起15日内，向有关行政监督部门提交招标投标情况的书面报告。”

### 8. 招标合同的履行

中标人应当按照合同约定履行义务，完成中标项目。中标人不得向他人转让中标项目，也不得将中标项目肢解后分别向他人转让。

中标人按照约定或者经招标人同意，可以将中标项目的部分非主体、非关键性工作分包给他人完成。接受分包的人应当具备相应的资格条件，并不得再次分包。中标人应当就分包项目向招标人负责，接受分包的人就分包项目承担连带责任。

#### 8.3.5 法律责任

《招标投标法》对招标人、投标人、招标代理机构、评标委员、中标人以及监督部门违反法律规定应承担的行政责任、民事责任和刑事责任，分别作出了相应规定。

【例11.3-1】一高速公路项目依法进行招标，按《招标投标法》的规定，开标后允许（ ）。

- (A) 投标人更改投标书的内容和报价
- (B) 投标人再增加优惠条件
- (C) 评标委员会要求投标人澄清问题
- (D) 评标委员会更改招标文件中说明的评标定标办法

该题主要考核学员对《招标投标法》中有关评标规定的理解。招标发包工程的，开标后进入评标阶段，《招标投标法》规定：评标委员会可以要求投标人对投标文件中含义不明确的内容作必要的澄清或者说明，但澄清或者说明不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质内容。还规定：评标委员会应当按照招标文件确定的评标标准和方法，对投标文件进行评审、比较。题中(A)投标人更改投标书的内容和报价、(B)投标人再增加优惠条件，构成“超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质内容”，故不符合题意。(D)评标委员会更改招标文件中说明的评标定标办法，违反“评标委员会应当按照招标文件确定的评标标准和方法”，不符合题意。因此，(C)符合题意。

## 11.4 中华人民共和国合同法

要求：理解和掌握合同的概念以及合同法的基本原则；熟悉有关订立合同的方式规定；掌握无效合同、可变更或可撤销合同的种类与法律后果；了解合同履行原则，熟悉合同约定不明确及执行政府定价合同的履行；掌握履行抗辩权、代位权和撤销权；了解合同终止的情形；掌握合同解除；掌握违约责任的规定，了解合同争议的解决。

### 11.4.1 一般规定

#### 1. 立法宗旨

为了保护合同当事人的合法权益，维护社会经济秩序，促进社会主义现代化建设，1999年3月15日第九届全国人民代表大会第二次会议通过了《中华人民共和国合同法》（以下简称《合同法》），该法已于1999年10月1日起施行。

#### 2. 合同的概念

《合同法》所称合同是平等主体的自然人、法人、其他组织之间设立、变更、终止民事权利

义务关系的协议。

婚姻、收养、监护等有关身份关系的协议,适用其他法律规定。

### 3. 基本原则

#### (1) 平等原则

合同当事人的法律地位平等,一方不得将自己的意志强加给对方。

#### (2) 自愿原则

当事人依法享有自愿订立合同的权利,任何单位和个人不得非法干预。

#### (3) 公平原则

当事人应当遵循公平原则确定各方的权利和义务。

#### (4) 诚实信用原则

当事人行使权利、履行义务应当遵循诚实信用原则。

#### (5) 公序良俗原则

当事人订立、履行合同,应当遵守法律、行政法规,尊重社会公德,不得扰乱社会经济秩序,损害社会公共利益。

## 11.4.2 合同的订立

### 1. 主体资格

当事人订立合同,应当具有相应的民事权利能力和民事行为能力。当事人依法可以委托代理人订立合同。

### 2. 合同的形式

当事人订立合同,有书面形式、口头形式和其他形式。法律、行政法规规定采用书面形式的,应当采用书面形式。当事人约定采用书面形式的,应当采用书面形式。

### 3. 合同的内容

合同的内容由当事人约定,一般包括以下条款:

① 当事人的名称或者姓名和住所;

② 标的;

③ 数量;

④ 质量;

⑤ 价款或者报酬;

⑥ 履行期限、地点和方式;

⑦ 违约责任;

⑧ 解决争议的方法。

当事人可以参照各类合同的示范文本订立合同。

### 4. 订立合同的方式

当事人订立合同采取要约、承诺方式。

### 5. 要约

#### (1) 要约的概念

要约是希望和他人订立合同的意思表示,该意思表示应当符合下列规定:

① 内容具体确定;

② 表明经受要约人承诺,要约人即受该意思表示约束。

## (2) 要约邀请

要约邀请是希望他人向自己发出要约的意思表示。寄送价目表、拍卖公告、招股说明书、商业广告等为要约邀请。商业广告的内容符合要约规定的,视为要约。

## (3) 要约的生效时间

要约到达受要约人时生效。采用数据电文形式订立合同,收件人指定特定系统接收数据电文的,该数据电文进入该特定系统的时间,视为到达时间;未指定特定系统的,该数据电文进入收件人的任何系统的首次时间,视为到达时间。

## (4) 要约的撤回

要约可以撤回。撤回要约的通知应当在要约到达受要约人之前或者与要约同时到达受要约人。

## (5) 要约的撤销

要约可以撤销。撤销要约的通知应当在受要约人发出承诺通知之前到达受要约人。

有下列情形之一的,要约不得撤销:

- ① 要约人确定了承诺期限或者以其他形式明示要约不可撤销;
- ② 受要约人有理由认为要约是不可撤销的,并已经为履行合同做了准备工作。

## (6) 要约失效的情形

- ① 拒绝要约的通知到达要约人;
- ② 要约人依法撤销要约;
- ③ 承诺期限届满,受要约人未作出承诺;
- ④ 受要约人对要约的内容作出实质性变更。

## 6. 承诺

### (1) 承诺的概念

承诺是受要约人同意要约的意思表示。

### (2) 承诺的方式

承诺应当以通知的方式作出,但根据交易习惯或者要约表明可以通过行为作出承诺的除外。

### (3) 承诺的期限

承诺应当在要约确定的承诺期限内到达要约人。

### (4) 承诺的生效时间

承诺通知到达要约人时生效。承诺不需要通知的,根据交易习惯或者要约的要求作出承诺的行为时生效。

### (5) 承诺的撤回

承诺可以撤回。撤回承诺的通知应当在承诺通知到达要约人之前或者与承诺通知同时到达要约人。

### (6) 延迟的承诺(承诺超期)

受要约人超过承诺期限发出承诺的,除要约人及时通知受要约人该承诺有效的以外,为新要约。

### (7) 迟到的承诺(承诺延误)

受要约人在承诺期限内发出承诺,按照通常情形能够及时到达要约人,但因其他原因承诺

到达要约人时超过期限的,除要约人及时通知受要约人因承诺超过期限不接受该承诺的以外,该承诺有效。

#### (8) 承诺的内容

承诺内容应当与要约内容一致。

受要约人对要约的内容作出实质性变更的,为新要约。对要约内容的实质性变更,是指有关合同标的、数量、质量、价款或者报酬、履行期限、履行地点和方式、违约责任和解决争议方法等的变更。

承诺对要约的内容作出非实质性变更的,除要约人及时表示反对或者要约表明承诺不得对要约的内容作出任何变更的以外,该承诺有效,合同的内容以承诺的内容为准。

### 7. 合同的成立

承诺生效时合同成立。承诺生效的地点为合同成立的地点。

当事人采用合同书形式订立合同的,自双方当事人签字或者盖章时合同成立。

法律、行政法规规定或者当事人约定采用书面形式订立合同,当事人未采用书面形式但一方已经履行主要义务,对方接受的,该合同成立。

#### 11.4.3 合同的效力

##### 1. 合同生效时间

依法成立的合同,自成立时生效。

法律、行政法规规定应当办理批准、登记手续生效的,依照其规定。

##### 2. 无效合同

根据《合同法》的规定,以下五种合同为无效合同:

- ①一方以欺诈、胁迫手段订立合同,损害国家利益;
- ②恶意串通,损害国家、集体或者第三人利益。
- ③以合法形式掩盖非法目的;
- ④损害社会公共利益;
- ⑤违反法律、行政法规的强制性规定。

此外,《合同法》还规定了两种免责条款为无效条款:一是造成对方人身伤害的;二是因故意或者重大过失造成对方财产损失的。

##### 3. 可变更或者可撤销合同

(1) 可变更或者可撤销合同的种类

下列合同,当事人一方有权请求人民法院或者仲裁机构变更或者撤销:

- ①因重大误解订立的;
- ②在订立合同时显失公平的。

一方以欺诈、胁迫的手段或者乘人之危,使对方在违背真实意思的情况下订立的合同,受损害方有权请求人民法院或者仲裁机构变更或者撤销。

当事人请求变更的,人民法院或者仲裁机构不得撤销。

(2) 当事人的撤销权消灭的情形

- ①具有撤销权的当事人自知道或者应当知道撤销事由之日起一年内没有行使撤销权;
- ②具有撤销权的当事人知道撤销事由后明确表示或者以自己的行为放弃撤销权。



#### 4. 合同无效或被撤销的法律后果

无效合同或者被撤销合同自始没有法律约束力。

合同无效、被撤销或者终止的,不影响合同中独立存在的有关解决争议方法的条款的效力。

合同无效或被撤销后,因该合同取得的财产,应当予以返还;不能返还的或者没有必要返还的,应当折价补偿。有过错的一方应当赔偿对方因此而造成的损失;双方都有过错的,应当根据过错的大小各自承担相应的责任。

### 11.4.4 合同的履行

#### 1. 履行原则

当事人应当按照约定全面履行自己的义务。

当事人应当遵循诚实信用原则,根据合同的性质、目的和交易习惯履行通知、协助、保密等义务。

#### 2. 合同约定不明确的处理

合同生效后,当事人就质量、价款或者报酬、履行地点等内容约定不明确或者没有约定,可以协议补充;当事人不能达成补充协议的,按照合同有关条款或者交易习惯确定。如果按此规定仍然不能确定的,则按照《合同法》规定作如下处理。

①质量要求不明确的,按照国家标准、行业标准履行;没有国家标准、行业标准的,按照通常标准或者符合合同目的的特定标准履行。

②价款或者酬金不明确的,按照订立合同时履行地的市场价格履行;依法应当执行政府定价或者政府指导价的,按照规定履行。

③履行地点不明确,给付货币的,在接受货币一方所在地履行;交付不动产的,在不动产所在地履行;其他标的,在履行义务一方所在地履行。

④履行期限不明确的,债务人可以随时履行,债权人也可以随时要求履行,但应当给对方必要的准备时间。

⑤履行方式不明确的,按照有利于实现合同目的的方式履行。

⑥履行费用的负担不明确的,由履行义务一方负担。

#### 3. 执行政府定价或者政府指导价合同的履行

执行政府定价或者政府指导价的,在合同约定的交付期限内政府价格调整时,按照交付时的价格计价。逾期交付标的物的,遇价格上涨时,按照原价格执行;价格下降时,按照新价格执行。逾期提取标的物或者逾期付款的,遇价格上涨时,按照新价格执行;价格下降时,按照原价格执行。

#### 4. 债务人的履行抗辩权

##### (1) 同时履行抗辩权

当事人互负债务,没有先后履行顺序的,应当同时履行。一方在对方履行之前有权拒绝其履行要求。一方在对方履行债务不符合约定时,有权拒绝其相应的履行要求。

##### (2) 先履行抗辩权

当事人互负债务,有先后履行顺序,先履行一方未履行的,后履行一方有权拒绝其履行要求。先履行一方履行债务不符合约定的,后履行一方有权拒绝其相应的履行要求。

### (3) 不安抗辩权

应当先履行债务的当事人,有确切证据证明对方有下列情形之一的,可以中止履行:

- ①经营状况严重恶化;
- ②转移财产、抽逃资金,以逃避债务;
- ③丧失商业信誉;
- ④有丧失或者可能丧失履行债务能力的其他情形。

当事人依法中止履行的,应当及时通知对方。对方提供担保时,应当恢复履行。中止合同后,对方在合理期限内未恢复履行能力并且未提供适当担保的,中止履行的一方可以解除合同。

### 5. 债权人的代位权

因债务人怠于行使其到期债权,对债权人造成损害的,债权人可以向人民法院请求以自己的名义代位行使债务人的债权,但该债权专属于债务人自身的除外。代位权的行使范围应当以债权人的债权为限。

### 6. 债权人的撤销权

因债务人放弃其到期债权或者无偿转让财产,对债权人造成损害的,债权人可以请求人民法院撤销债务人的行为。债务人以明显不合理的低价转让财产,对债权人造成损害,并且受让人知道该情形的,债权人也可以请求人民法院撤销债务人的行为。

撤销权自债权人知道或者应当知道撤销事由之日起一年内行使。自债务人的行为发生之日起五年内没有行使撤销权的,该撤销权消灭。

## 11.4.5 合同的变更和转让

### 1. 合同的变更

当事人协商一致,即可变更合同。

法律、行政法规规定变更合同应当办理批准、登记手续的,依照其规定。

当事人对合同变更的内容约定不明确的,推定为合同未变更。

### 2. 债权的转让

债权人可以将合同的权利全部或者部分转让给第三人,但有下列情形之一的除外:

- ①根据合同性质不得转让;
- ②按照当事人约定不得转让;
- ③依照法律规定不得转让。

债权人转让权利的,应当通知债务人。未经通知,该转让对债务人不发生效力。债权人转让权利的通知不得撤销,但经受让人同意的除外。

### 3. 义务的转移

债务人将合同的义务全部或者部分转让给第三人的,应当经债权人同意。

## 11.4.6 合同权利义务的终止

### 1. 合同终止的情形

有下列情形之一的,合同的权利义务终止:

- ①债务已经按照约定履行;
- ②合同解除;

- ③债务相互抵销;
- ④债务人依法将标的物提存;
- ⑤债权人免除债务;
- ⑥债权债务同归一人;
- ⑦法律规定或者当事人约定终止的其他情形。

## 2. 合同终止后的义务

合同的权利义务终止后,当事人应当遵守诚实信用原则,根据交易习惯履行通知、协助、保密等义务。

合同的权利义务终止,不影响合同中结算和清理条款的效力。

## 3. 合同解除

### (1) 合同的约定解除

当事人协商一致,可以解除合同。

当事人可以约定一方解除合同的条件。解除合同的条件成就时,解除权人可以解除合同。

### (2) 合同的法定解除

有下列情形之一的,当事人可以依法解除合同:

- ①因不可抗力致使不能实现合同目的;
- ②在履行期限届满之前,当事人一方明确表示或者以自己的行为表明不履行主要债务;
- ③当事人一方迟延履行主要债务,经催告后在合理期限内仍未履行;
- ④当事人一方迟延履行债务或者有其他违约行为致使不能实现合同目的;
- ⑤法律规定的其他情形。

### (3) 合同解除的效力

合同解除后,尚未履行的,终止履行;已经履行的,根据履行情况和合同性质,当事人可以要求恢复原状、采取其他补救措施,并有权要求赔偿损失。

## 11.4.7 违约责任

### 1. 违约责任的一般性规定

《合同法》规定:“当事人一方不履行合同义务或者履行合同义务不符合约定的,应当承担继续履行、采取补救措施或者赔偿损失等违约责任。”

### 2. 预期违约

当事人一方明确表示或者以自己的行为表明不履行合同义务的,对方可以在履行期限届满之前要求其承担违约责任。

### 3. 继续履行

当事人一方未支付价款或者报酬的,对方可以要求其支付价款或者报酬。

当事人一方不履行非金钱债务或者履行非金钱债务不符合约定的,对方可以要求履行,但有下列情形之一的除外:

- ①法律上或者事实上不能履行;
- ②债务的标的不适于强制履行或者强制履行费用过高;
- ③债权人在合理期限内未要求履行。

### 4. 采取补救措施

质量不符合约定的,应当按照当事人的约定承担违约责任。对违约责任没有约定或者约



定不明确,依照《合同法》第六十一条的规定仍不能确定的,受损害方根据标的的性质以及损失的大小,可以合理选择要求对方承担修理、更换、重作、退货、减少价款或者报酬等违约责任。

### 5. 赔偿损失

当事人一方不履行合同义务或者履行合同义务不符合约定的,在履行义务或者采取补救措施后,对方还有其他损失的,应当赔偿损失。

当事人一方不履行合同义务或者履行合同义务不符合约定,给对方造成损失的,损失赔偿额应当相当于因违约所造成的损失,包括合同履行后可以获得的利益,但不得超过违反合同一方订立合同时预见到或者应当预见到的因违反合同可能造成的损失。

### 6. 违约金与定金

#### (1) 违约金

当事人可以约定一方违约时应当根据违约情况向对方支付一定数额的违约金,也可以约定因违约产生的损失赔偿额的计算方法。

约定的违约金低于造成的损失的,当事人可以请求人民法院或者仲裁机构予以增加;约定的违约金过分高于造成的损失的,当事人可以请求人民法院或者仲裁机构予以适当减少。

#### (2) 定金

当事人可以依照《中华人民共和国担保法》约定一方向对方给付定金作为债权的担保。债务人履行合同约定后,定金应当抵作价款或者收回。给付定金的一方不履行约定的债务的,无权要求返还定金;收受定金的一方不履行约定的债务的,应当双倍返还定金。

#### (3) 违约金与定金的选择适用

当事人既约定违约金,又约定定金的,一方违约时,对方可以选择适用违约金或者定金条款。

### 7. 不可抗力

不可抗力,是指不能预见、不能避免并不能克服的客观情况。

因不可抗力不能履行合同的,根据不可抗力的影响,部分或者全部免除责任,但法律另有规定的除外。当事人迟延履行合同后发生不可抗力的,不能免除责任。

一方当事人因不可抗力不能履行合同时,应当及时通知对方,以减轻可能给对方造成的损失,并应在合理期限内提供证明。

### 8. 减损规则

当事人一方违约后,对方应当采取适当措施防止损失的扩大;没有采取适当措施致使损失扩大的,不得就扩大的损失要求赔偿。当事人因防止损失扩大而支出的合理费用,由违约方承担。

## 11.4.8 合同争议的解决

发生合同争议后,当事人可以通过和解或者调解解决争议。

当事人不愿和解、调解或者和解、调解不成的,可以根据仲裁协议向仲裁机构申请仲裁。涉外合同的当事人可以根据仲裁协议向中国仲裁机构或者其他仲裁机构申请仲裁。当事人没有订立仲裁协议或者仲裁协议无效的,可以向人民法院起诉。当事人应当履行发生法律效力的判决、仲裁裁决、调解书;拒不履行的,对方可以请求人民法院执行。

【例 11.4-1】当事人订立( ),应当适用《合同法》的规定。

- (A) 劳动合同 (B) 建设工程合同 (C) 婚姻协议 (D) 收养合同



该题主要考核学员对《合同法》适用范围规定的理解。《合同法》所称合同是平等主体的自然人、法人、其他组织之间设立、变更、终止民事权利义务关系的协议。婚姻、收养、监护等有关身份的协议,适用其他法律的规定。故(C)、(D)不符合题意;劳动合同应当适用《劳动合同法》,故(A)也不符合题意。因此,本题应选(B)。

【例 11.4-2】当事人在订立合同过程中,因提供虚假情况给对方造成损失,应当承担( )。

- (A) 损害赔偿责任 (B) 违约责任 (C) 返还财产责任 (D) 折价补偿责任

该题主要考核学员对《合同法》有关合同无效或者被撤销的法律后果规定、违约责任规定的理解。《合同法》规定:合同无效或者被撤销后,因该合同取得的财产,应当予以返还;不能返还或者没有必要返还的,应当折价补偿。还规定:当事人一方不履行合同义务或者履行合同义务不符合约定的,应当承担继续履行、采取补救措施或者赔偿损失等违约责任。故返还财产责任、折价补偿责任是对无效合同、被撤销合同承担责任的方式,而违约责任则是合同依法生效后,当事人违反合同应当承担的法律责任,均是订立合同后对当事人合同行为的责任追究,本题是对当事人在订立合同过程中,违反诚实信用原则行为的责任选择,因此,应将(B)、(C)、(D)排除,只有(A)符合题意。

【例 11.4-3】2008年5月15日甲、乙双方订立一份买卖合同,2008年8月15日,甲方以“对合同标的存在误解”为由请求人民法院撤销该合同,2008年10月15日人民法院开庭审理了此案,2008年10月30日依法判决撤销该合同。甲、乙双方订立的买卖合同自( )没有法律约束力。

- (A) 2008年5月15日 (B) 2008年8月15日  
(C) 2008年10月15日 (D) 2008年10月30日

该题主要考核学员对《合同法》有关合同无效或者被撤销的法律后果规定的理解。《合同法》规定,无效的合同或者被撤销的合同自始没有法律约束力。甲、乙双方2008年5月15日订立一份买卖合同,后被法院撤销,该买卖合同自订立之日即属无效,因此,(A)符合题意。

【例 11.4-4】当事人一方不履行合同义务,应当承担的违约责任的方式不包括( )。

- (A) 继续履行 (B) 采取补救措施 (C) 赔偿损失 (D) 追缴财产

该题主要考核学员对《合同法》有关违约责任规定的理解。《合同法》规定:当事人一方不履行合同义务或者履行合同义务不符合约定的,应当承担继续履行、采取补救措施或者赔偿损失等违约责任。故当事人承担违约责任的方式包括继续履行、采取补救措施和赔偿损失。本题要求选择“违约责任方式不包括”的选项,因此,只有(D)符合题意。

## 11.5 中华人民共和国行政许可法

要求:了解行政许可法的基本原则,掌握行政许可的设定;熟悉授权和委托实施行政许可;了解行政许可的实施程序;熟悉行政许可的费用。

### 8.5.1 总则

#### 1. 立法宗旨

为了规范行政许可的设定和实施,保护公民、法人和其他组织的合法权益,维护公共利益和社会秩序,保障和监督行政机关有效实施行政管理,2003年8月27日第十届全国人民代表大会常务委员会第四次会议通过了《中华人民共和国行政许可法》(以下简称《行政许可

法》),该法已于2004年7月1日起施行。

## 2. 适用范围

行政许可的设定和实施,适用《行政许可法》。

有关行政机关对其他机关或者对其直接管理的事业单位的人事、财务、外事等事项的审批,不适用《行政许可法》。

## 3. 基本原则

①合法原则。设定和实施行政许可,应当依照法定的权限、范围、条件和程序。

②公开、公平、公正原则。

③便民原则。

④信赖保护原则。

⑤公民、法人或者其他组织享有陈述权、申辩权和救济权。

## 4. 行政许可的转让

依法取得的行政许可,除法律、法规规定依照法定条件和程序可以转让的外,不得转让。

## 5. 行政许可的监督

行政机关应当对公民、法人或者其他组织从事行政许可事项的活动实施有效监督。

### 11.5.2 行政许可的设定

#### 1. 可以设定行政许可的事项

①直接涉及国家安全、公共安全、经济宏观调控、生态环境保护以及直接关系人身健康、生命财产安全等特定活动,需要按照法定条件予以批准的事项。

②有限资源开发利用、公共资源配置以及直接关系公共利益的特定行业的市场准入等,需要赋予特定权利的事项。

③提供公共服务并且直接关系公共利益的职业、行业,需要确定具备特殊信誉、特殊条件或者特殊技能等资格、资质的事项。

④直接关系公共安全、人身健康、生命财产安全的重要设备、设施、产品、物品,需要按照技术标准、技术规范,通过检验、检测、检疫等方式进行审定的事项。

⑤企业或者其他组织的设立等,需要确定主体资格的事项。

⑥法律、行政法规规定可以设定行政许可的其他事项。

#### 2. 可以不设定行政许可的事项

通过下列方式能够予以规范的,可以不设定行政许可:

①公民、法人或者其他组织能够自主决定的;

②市场竞争机制能够有效调节的;

③行业组织或者中介机构能够自律管理的;

④行政机关采用事后监督等其他行政管理方式能够解决的。

### 11.5.3 行政许可的实施机关

#### 1. 行政许可实施机关

行政许可由具有行政许可权的行政机关在其法定职权范围内实施。

#### 2. 授权和委托实施行政许可

法律、法规授权的具有公共管理事务职能的组织,在法定授权范围内,以自己的名义实施

行政许可。

行政机关在其法定职权范围内,依照法律、法规、规章的规定,可以委托其他行政机关实施行政许可。委托机关应当将受委托行政机关和受委托实施行政许可的内容予以公告。

受委托行政机关在委托范围内,以委托行政机关名义实施行政许可;不得再委托其他组织或者个人实施行政许可。

### 3. 授权专业技术组织实施行政许可

对直接关系公共安全、人身健康、生命财产安全的设备、设施、产品、物品的检验、检测、检疫,除法律、行政法规规定由行政机关实施的外,应当逐步由符合法定条件的专业技术组织实施。专业技术组织及其有关人员对所实施的检验、检测、检疫结论承担法律责任。

## 11.5.4 行政许可的实施程序

### 1. 申请与受理

#### (1) 申请

公民、法人或者其他组织从事特定活动,依法需要取得行政许可的,应当向行政机关提出申请。

#### (2) 许可公示

行政机关应当将法律、法规、规章规定的有关行政许可的事项、依据、条件、数量、程序、期限以及需要提交的全部资料的目录和申请书示范文本等在办公场所公示。

#### (3) 对行政许可申请的处理

行政机关对申请人提出的行政许可申请,应当根据下列情况分别作出处理:

- ① 申请事项不需要取得行政许可的,应当即时告知申请人不受理;
- ② 申请事项依法不属于本行政机关职权范围的,应当即时作出不予受理的决定,并告知申请人向有关行政机关申请;

③ 申请材料存在可以当场更正的错误的,应当允许申请人当场更正;

④ 申请材料不齐全或者不符合法定形式的,应当当场或者在五日内一次告知申请人需要补正的全部内容,逾期不告知的,自收到申请材料之日起即为受理;

⑤ 申请事项属于本行政机关职权范围,申请材料齐全、符合法定形式,或者申请人按照本行政机关的要求提交全部补正申请材料的,应当受理行政许可申请。

### 2. 审查与决定

行政机关应当对申请人提交的申请材料进行审查。

申请人提交的申请材料齐全、符合法定形式,行政机关能够当场作出决定的,应当当场作出书面的行政许可决定。除此之外,应当在法定期限内按照规定程序作出书面的行政许可决定。

### 3. 行政许可证件形式

行政许可证件的形式包括以下几种:

- ① 许可证、执照或者其他许可证;
- ② 资格证、资质证或者其他合格证;
- ③ 行政机关的批准文件或者证明文件;
- ④ 法律、法规规定的其他行政许可证件。

行政机关实施检验、检测、检疫的,可以在检验、检测、检疫合格的设备、设施、产品、物品上



加贴标签或者加盖检验、检测、检疫印章。

#### 4. 听证

法律、法规、规章规定实施行政许可应当听证的事项,或者行政机关认为需要听证的其他涉及公共利益的重大行政许可事项,行政机关应当向社会公告,并举行听证。

申请人、利害关系人不承担行政机关组织听证的费用。

听证应当公开进行;听证应当制作笔录;行政机关应当根据听证笔录,作出行政许可决定。

#### 5. 特别规定

##### (1) 特许许可方式

有限自然资源开发利用、公共资源配置以及直接关系公共利益的特定行业的市场准入等需要赋予特定权利的事项,行政机关应当通过招标、拍卖等公平竞争的方式作出决定。

##### (2) 认可许可

提供公共服务并且直接关系公共利益的职业、行业,需要确定具备特殊信誉、特殊条件或者特殊技能等资格、资质的事项,赋予公民特定资格,依法应当举行国家考试的,行政机关根据考试成绩和其他法定条件作出行政许可决定;赋予法人或者其他组织特定资格、资质的,行政机关根据申请人的专业人员构成、技术条件、经营业绩和管理水平等的考核结果作出行政许可决定。

公民特定资格的考试依法由行政机关或者行业组织实施,公开举行。行政机关或者行业组织不得组织强制性的资格考试的考前培训,不得指定教材或者其他助考材料。

##### (3) 核准许可

直接关系公共安全、人身健康、生命财产安全的重要设备、设施、产品、物品,需要按照技术标准、技术规范,通过检验、检测、检疫等方式进行审定的事项,应当按照技术标准、技术规范依法进行检验、检测、检疫,行政机关根据检验、检测、检疫结果作出行政许可决定。

##### (4) 登记许可

企业或者其他组织的设立等,需要确定主体资格的事项,申请人提交的申请材料齐全、符合法定形式,行政机关应当当场予以登记。

##### (5) 按序许可

有数量限制的行政许可,2个或者2个以上申请人的申请均符合法定条件、标准的,行政机关应当根据受理行政许可申请的先后顺序作出准予行政许可的决定。

### 11.5.5 行政许可的费用

#### 1. 依法收费

行政机关实施行政许可,依照法律、行政法规收取费用的,应当按照公布的法定项目和标准收费。

#### 2. 禁止违规收费

行政机关实施行政许可和对行政许可事项进行监督检查,不得收取任何费用。

### 11.5.6 监督检查

有关行政许可的监督检查,包括:上级对下级的监督检查、对被许可人的监督,对被许可产品、场所、设备的监督,对市场准入被许可人的监督,行政许可的撤销以及行政许可的注销。

### 11.5.7 法律责任

《行政许可法》对行政机关违反规定设定和实施行政许可的法律责任、被许可人违反行政



许可法律责任以及公民、法人或者其他组织未经许可擅自从事相关活动的法律责任均作出了相应规定。

【例 11.5-1】对有限资源开发利用、公共资源配置以及直接关系公共利益的特定行业的市场准入等,需要赋予特定权利的事项,设定行政许可的方式是( )。

- (A)特行政许可 (B)认可许可 (C)核准许可 (D)登记许可

该题主要考核学员对《行政许可法》中有关行政许可的实施程序规定的理解。按照《行政许可法》的规定,有限自然资源开发利用、公共资源配置以及直接关系公共利益的特定行业的市场准入等需要赋予特定权利的事项,行政机关应当通过招标、拍卖等公平竞争的方式作出决定。因此,(A)符合题意。

## 11.6 中华人民共和国节约能源法

要求:理解能源和节约能源的基本含义,熟悉节能的战略地位、组织措施和产业政策;掌握节能管理;熟悉合理使用与节约能源;了解节能技术进步;掌握节能的激励措施;了解法律责任。

### 11.6.1 总则

#### 1. 立法宗旨

为了推动全社会节约能源,提高能源利用效率,保护和改善环境,促进经济社会全面协调可持续发展,1997年11月1日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过了《中华人民共和国节约能源法》(以下简称《节约能源法》),2007年10月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议对《节约能源法》进行了修订,经修订的《节约能源法》已于2008年4月1日起施行。

#### 2. 能源和节约能源的含义

##### (1) 能源

能源是指煤炭、石油、天然气、生物质能和电力、热力以及其他直接或者通过加工、转换而取得有用能的各种资源。

##### (2) 节约能源

节约能源(简称节能)是指加强用能管理,采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可以承受的措施,减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费,更加有效、合理地利用能源。

#### 3. 节能的战略地位与组织措施

①节约资源是我国的基本国策。

②国务院和县级以上地方各级人民政府应当将节能工作纳入国民经济和社会发展规划、年度计划,并组织编制和实施节能中长期专项规划、年度节能计划。

③国家实行节能目标责任制和节能考核评价制度,将节能目标完成情况作为对地方人民政府及其负责人考核评价内容。

#### 4. 节能的产业政策

①国家实行有利于节能和环境保护的产业政策,限制发展高能耗、高污染行业,发展节能环保行业。

②国务院和省、自治区、直辖市人民政府应当加强节能工作,合理调整产业结构、企业结

构、产品结构和能源消费结构,推动企业降低产值能耗和单位产品能耗,淘汰落后生产能力,改进能源的开发、加工、转换、输送、储存和供应,提高能源利用效率。

③国家鼓励、支持开发和利用新能源、可再生能源。国家鼓励、支持节能科学技术的研究、开发、示范和推广,促进节能技术创新与进步。

### 11.6.2 节能管理

#### 1. 固定资产投资项目节能评估和审查制度

不符合强制节能标准的项目,依法负责项目审批或者核准的机关不得批准或者核准;建设单位不得开工建设;已经建成的,不得投入生产、使用。

#### 2. 淘汰制度和高能耗产品的限制

禁止生产、进口、销售国家明令淘汰或者不符合强制性能源效率标准的用能产品、设备;禁止使用国家明令淘汰的用能设备、生产工艺。

对高能耗的特种设备,按照国务院的规定实行节能审查和监管。

#### 3. 能源效率标识管理

国家对家用电器等使用面广、耗能量大的用能产品,实行能源效率标识管理。

禁止销售应当标注而未标注能源效率标识的产品。

禁止伪造、冒用能源效率标识或者利用能源效率标识进行虚假宣传。

#### 4. 节能产品认证

用能产品的生产者、销售者,可以根据自愿原则,按照规定申请节能产品认证,经认证合格后,可以在用能产品或者包装物上使用节能产品认证标志。

禁止使用伪造的节能产品认证标志或者冒用产品认证标志。

#### 5. 建立、健全能源统计制度

国务院统计部门会同国务院管理节能工作的部门,定期向社会公布各省、自治区、直辖市以及主要耗能行业的能源消费和节能情况等信息。

#### 6. 鼓励节能服务机构发展

国家鼓励节能服务机构的发展,支持节能服务机构开展节能咨询、设计、评估、检测、审计、认证等服务。

### 11.6.3 合理使用与节约能源

#### 1. 一般规定

能源生产经营单位不得向本单位职工无偿提供能源。任何单位不得对能源消费实行包费制。

#### 2. 工业节能

禁止新建不符合国家规定的燃煤发电机组、燃油发电机组和燃煤热电机组。

#### 3. 建筑节能

①国务院建设行政主管部门负责全国建筑节能的监督管理工作。

②建筑工程的建设、设计、施工和监理单位应当遵守建筑节能标准。不符合建筑节能标准的建筑工程,建设主管部门不得批准开工建设;已经开工建设的,应当责令停止施工、限期改正;已经建成的,不得销售或者使用。

③国家采取措施,对实行集中供热的建筑分步骤实行供热分户计量、按照用热量收费制

度。新建建筑或者对既有建筑进行节能改造,应当按照规定安装用热计量装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置。

④国家鼓励在新建建筑和既有建筑节能改造中使用新型墙体材料等节能建筑材料和节能设备,安装和使用太阳能等可再生能源利用系统。

#### 4. 交通运输节能

县级以上地方各级人民政府应当优先发展公共交通,加大对公共交通的投入,完善公共交通服务体系,鼓励利用公共交通工具出行;鼓励使用非机动车工具出行。

#### 5. 公共机构节能

公共机构,是指全部或者部分使用财政性资金的国家机关、事业单位和团体组织。

#### 6. 重点用能单位节能

重点用能单位包括两种,一是年综合能源消费总量 10 000 吨标准煤以上用能单位,二是国务院有关部门及省级管理节能工作的部门指定的年综合能源消费总量 5 000 吨以上不满 10 000 吨标准煤的用能单位。

### 11.6.4 节能技术进步

#### 1. 发布节能技术政策大纲

国务院管理节能工作的部门会同国务院科技主管部门发布节能技术政策大纲。

#### 2. 支持节能技术研究

县级以上各级人民政府应当把节能技术研究开发作为政府科技投入的重点领域。

#### 3. 推广节能产品

国务院管理节能工作的部门会同国务院有关部门组织实施重大节能科研项目、节能示范项目、重点节能工程。

### 11.6.5 激励措施

#### 1. 专项资金

中央财政和省级地方财政安排节能专项资金,支持节能工作。

#### 2. 扶持政策

国家对需要支持的节能技术、节能产品,实行税收优惠等扶持政策。国家通过财政补贴支持节能照明器具等节能产品的推广和使用。

#### 3. 税收政策

国家实行有利于节约能源资源的税收政策,健全能源矿产资源有偿使用制度,促进能源资源的节约及其开采利用水平。

国家运用税收等政策,鼓励先进节能技术、设备的进口,控制在生产过程中耗能高、污染重的产品的出口。

#### 4. 节能产品、设备优先列入政府采购名录

政府采购监督管理部门会同有关部门制定节能产品、设备政府采购名录,应当优先列入取得节能产品认证证书的产品、设备。

#### 5. 信贷支持

国家引导金融机构增加对节能项目的信贷支持,为符合条件的节能技术研究开发、节能产品生产以及节能技术改造等项目提供优惠贷款。



## 6. 价格政策

国家实行峰谷分时电价、季节性电价、可中断负荷电价制度,鼓励电力用户合理调整用电负荷;对钢铁、有色金属、建材、化工和其他主要耗能行业的企业,分淘汰、限制、允许和鼓励类实行差别电价政策。

### 11.6.6 法律责任

《节约能源法》对固定资产投资项目的审批机关及建设单位、用能产品和设备的经营单位、生产单位、用能单位、建筑工程建设单位、设计单位、施工单位、监理单位以及公共机构等违反有关节能规定的法律责任均作出了规定。

其中,对设计单位、施工单位、监理单位违反建筑节能标准的法律责任,规定为:由建设主管部门责令改正,处10万元以上50万元以下罚款;情节严重的,由颁发资质证书的部门降低资质等级或者吊销资质证书;造成损失的,依法承担赔偿责任。

【例 11.6-1】 根据《节约能源法》的规定,国家有关节能的激励措施,下面说法正确的是( )。

(A) 国家运用税收等政策,鼓励在生产过程中耗能高、污染重的产品的进口

(B) 国家实行能源矿产资源有偿转让制度

(C) 国家实行峰谷分时电价、季节性电价、可中断负荷电价制度

(D) 国家增加对符合条件的节能技术研究开发、节能产品生产以及节能技术改造等项目提供优惠贷款。

解:该题主要考核学员对《节约能源法》中有关激励措施规定的理解。根据《节约能源法》的规定,有关节能激励措施包括安排专项资金、实行扶持政策、税收优惠、节能产品和设备优先列入政府采购名录、信贷支持、价格政策等。其中,税收优惠措施包括两项内容:一是国家实行有利于节约能源资源的税收政策,健全能源矿产资源有偿使用制度,促进能源资源的节约及其开发利用水平;二是国家运用税收等政策,鼓励先进节能技术、设备的进口,控制在生产过程中耗能高、污染重的产品的出口。因此,(A)、(B)不符合题意。而信贷支持措施则是国家引导金融机构增加对节能项目的信贷支持,为符合条件的节能技术研究开发、节能产品生产以及节能技术改造等项目提供优惠贷款,因此,(D)不符合题意。价格政策措施主要是国家实行峰谷分时电价、季节性电价、可中断负荷电价制度,鼓励电力用户合理调整用电负荷;对钢铁、有色金属、建材、化工和其他主要耗能行业的企业,分淘汰、限制、允许和鼓励类实行差别电价政策,因此,(C)符合题意。

## 11.7 中华人民共和国环境保护法

要求:了解环境质量标准和排污标准制定权限;掌握建设项目环境影响评价;熟悉防治环境污染和其他公害的制度措施和技术措施;了解保护和改善环境的主要内容以及法律责任。

### 11.7.1 总则

#### 1. 立法宗旨

为保护和改善生活环境与生态环境,防治污染和其他公害,保障人体健康,促进社会主义现代化建设的发展,1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通



过了《中华人民共和国环境保护法》(以下简称《环境保护法》),该法已于发布之日起施行。

## 2. 适用范围

《环境保护法》适用于中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域。

### 11.7.2 环境监督管理

#### 1. 环境质量标准制定权限

国务院环境保护行政主管部门制定国家环境质量标准。省级人民政府对国家环境质量标准中未规定的项目,可以制定地方环境质量标准,并报国务院环境保护行政主管部门备案。

#### 2. 排污标准制定权限

国务院环境保护行政主管部门根据国家环境质量标准和国家经济、技术条件,制定国家污染物排放标准。

省级人民政府对国家污染物排放标准中未规定的项目,可以制定地方污染物排放标准;对国家污染物排放标准中已规定的项目,可以制定严于国家污染物排放标准的地区污染物排放标准。地方污染物排放标准须报国务院环境保护行政主管部门备案。

凡是向已有地方污染物排放标准的区域排放污染物的,应当执行地方污染物排放标准。

#### 3. 建设项目环境影响评价

建设项目的的环境影响报告书,必须对建设项目产生的污染和对环境的影响作出评价,规定防治措施,经项目主管部门预审并依照规定的程序报环境保护行政主管部门批准。环境影响报告书经批准后,计划部门方可批准建设项目设计任务书。

### 11.7.3 保护和改善环境

#### 1. 环境质量负责制

地方各级人民政府,应当对本辖区的环境质量负责,采取措施改善环境质量。

#### 2. 生态、遗迹保护

各级人民政府在生态遗迹保护方面负有责任,应当采取措施加以保护,严禁破坏。

#### 3. 保护区环境保护

在国务院、国务院有关部门和省级人民政府规定的风景名胜区、自然保护区和其他需要特别保护的区域内,不得建设污染环境的工业生产设施;建设其他设施,其污染物排放不得超过规定的排放标准。已经建成的设施,其污染物排放超过规定排放标准的,限期治理。

#### 4. 自然资源开发利用的环境保护

开发利用自然资源,必须采取措施保护生态环境。

#### 5. 农业环境保护

各级人民政府应当加强对农业环境的保护。

#### 6. 海洋环境保护

国务院和沿海地方人民政府应当加强对海洋环境的保护。

#### 7. 城乡建设环境保护

城乡建设应当结合当地自然环境的特点,保护植被、水域和自然景观,加强城市园林、绿地和风景名胜区的建设。

### 11.7.4 防治环境污染和其他公害

#### 1. 制度措施

##### (1) 环境保护责任制

产生环境污染和其他公害的单位,必须建立环境保护责任制度,采取有效措施,防治在生产建设或其他活动中对环境产生污染和危害。

##### (2) 建设项目防治污染设施“三同时”制度

建设项目防治污染的设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。防治污染的设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门验收合格后,该建设项目方可投入生产或使用。

防治污染的设施不得擅自拆除或者闲置,确有必要拆除或者闲置的,必须征得所在地环境保护行政主管部门的同意。

##### (3) 排污管理制度

排放污染物的企业事业单位,必须依照国务院环境保护行政主管部门的规定申报登记。

排放污染物超过国家或者地方规定的污染物排放标准的企业事业单位,依照国家规定缴纳超标排污费,并负责治理。征收的超标排污费必须用于污染物的防治,不得挪作他用。

##### (4) 限期治理制度

对造成环境严重污染的企业事业单位,限期治理。

被限期治理的企业事业单位必须如期完成治理任务。

##### (5) 环境污染事故报告制度

因发生事故或者其他突然性事件,造成或者可能造成污染事故的单位,必须立即采取措施处理,及时通报可能受到污染危害的单位和居民,并向当地环境保护行政主管部门和有关部门报告,接受调查处理。

县级以上人民政府环境保护行政主管部门,在环境受到严重污染威胁居民生命财产安全时,必须立即向当地人民政府报告,由人民政府采取有效措施,解除或者减轻危害。

#### 2. 技术措施

禁止引进不符合我国环境保护规定要求的技术和设备。

### 11.7.5 法律责任

《环境保护法》对企业事业单位违反规定,擅自拆除或闲置防治污染的设施,造成环境污染事故、逾期未完成治理任务以及违反监管规定等违法行为,规定了应当承担的行政责任,明确了环境污染危害的赔偿责任。

【例 11.7-1】 建设项目中防治污染的设施,必须与主体工程( )。

(A) 同时规划、同时审批、同时建设 (B) 同时审批、同时设计、同时建设

(C) 同时设计、同时施工、同时投产使用 (D) 同时设计、同时开工、同时竣工

该题主要考核学员对《环境保护法》中规定的建设项目防治污染设施的“三同时”制度的理解。《环境保护法》规定,建设项目防治污染的设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。因此,(C)符合题意。

## 11.8 建设工程勘察设计管理条例

要求:理解《条例》的适用范围及基本原则;掌握建设工程勘察设计的资质资格管理;掌握

勘察设计发包与承包;熟悉勘察设计文件的编制依据和深度;掌握材料设备选用要求和文件修改程序及权限;了解采用新技术的管理、交底和施工服务;熟悉建设工程勘察、设计的监督管理。

### 11.8.1 总则

#### 1. 条例宗旨

为了加强对建设工程勘察、设计活动的管理,保证建设工程勘察、设计质量,保护人民生命财产安全,2000年9月25日国务院公布了《建设工程勘察设计管理条例》(以下简称《条例》),该《条例》已于公布之日起施行。

#### 2. 适用范围

- ①从事建设工程勘察、设计活动,必须遵守《条例》。
- ②抢险救灾及其他临时性建筑和农民自建两层以下住宅的勘查、设计活动,不适用《条例》。军事建设工程勘察、设计的管理,按照中央军委委员会的有关规定执行。
- ③建设工程勘察,是指根据建设工程的要求,查明、分析、评价建设场地的地质地理环境特征和岩土工程条件,编制建设工程勘察文件的活动。
- ④建设工程设计,是指根据建设工程的要求,对建设工程所需的技术、经济、资源、环境等条件进行综合分析、论证,编制建设工程设计文件的活动。

#### 3. 基本原则

- ①从事建设工程勘察、设计活动,应当坚持先勘察、后设计、再施工的原则。
- ②建设工程勘察、设计单位必须依法进行建设工程勘察、设计,严格执行工程建设强制性标准,并对建设工程勘察、设计的质量负责。
- ③建设工程勘察、设计应当与社会、经济发展水平相适应,做到经济效益、社会效益和环境效益相统一。

### 11.8.2 资质资格管理

#### 1. 资质管理制度

国家对从事建设工程勘察、设计活动的单位,实行资质管理制度,要求其在资质许可范围内承揽业务。

#### 2. 执业资格制度

- ①国家对从事建设工程勘察、设计活动的专业技术人员,实行执业资格注册管理制度。未经注册的建设工程勘察、设计人员,不得以注册执业人员的名义从事建设工程勘察、设计活动。
- ②建设工程勘察、设计注册执业人员和其他专业技术人员只能受聘于一个建设工程勘察、设计单位;未受聘于建设工程勘察、设计单位的,不得从事建设工程的勘察、设计活动。

### 11.8.3 勘察设计发包与承包

#### 1. 发包方式

建设工程勘察、设计实行招标发包或者直接发包。

##### (1) 招标发包

建设工程勘察、设计方案的评标,实行综合评定。招标人应当在评标委员会推荐的候选方案中确定中标方案。

##### (2) 直接发包

下列建设工程的勘查、设计,经有关部门批准可以直接发包:



- ①采用特定的专利或者专有技术的;
- ②建筑艺术造型有特殊要求的;
- ③国务院规定的其他建设工程的勘察、设计。

#### 2. 承包模式

①发包方可以将整个建设工程的勘察、设计发包给一个勘察、设计单位;也可将建设工程的勘察、设计分别发包给几个勘察、设计单位。

②除建设工程主体部分的勘察、设计外,经发包方同意,承包方可以将建设工程其他部分的勘察、设计再分包给其他具有相应资质等级的建设工程勘察、设计单位。

③建设工程勘察、设计单位不得将所承揽的建设工程勘察、设计转包。

### 11.8.4 勘察设计文件的编制与实施

#### 1. 编制依据

编制建设工程勘察、设计文件应当以下列规定为依据:

- ①项目审批文件;
- ②城市规划;
- ③工程建设强制性标准;
- ④国家规定的建设工程勘察、设计深度要求。

铁路、交通、水利等专业建设工程,还应当以专业规划的要求为依据。

#### 2. 编制深度

①编制建设工程勘察文件,应当真实、准确,满足建设工程规划、选址、设计、岩土治理和施工的需要。

②编制方案设计文件,应当满足编制初步设计文件和控制概算的需要。

③编制初步设计文件,应当满足编制施工招标文件、主要设备材料订货和编制施工图设计文件的需要。

④编制施工图设计文件,应当满足设备材料采购、非标准设备制作和施工需要,并注明建设工程合理使用年限。

#### 3. 材料设备选用要求

设计文件中选用的材料、构配件和设备,应当注明其规格、型号、性能等技术指标,其质量要求必须符合国家规定的标准。

除有特殊要求的建筑材料、专用设备、工艺生产线等外,设计单位不得指定生产厂、供应商。

#### 4. 文件修改程序和权限

①建设单位、施工单位、监理单位不得修改建设工程勘察、设计文件;确需修改建设工程勘察、设计文件的,应当由原建设工程勘察、设计单位修改。

②经原建设工程勘察、设计单位书面同意,建设单位也可以委托其他具有相应资质的建设工程勘察、设计单位修改,修改单位对修改部分承担相应责任。

③施工单位、监理单位发现建设工程勘察、设计文件不符合工程建设强制性标准、合同约定的质量要求的,应当报告建设单位,建设单位有权要求建设工程勘察、设计单位对建设工程勘察、设计文件进行补充、修改。

④建设工程勘察、设计文件内容需要作重大修改的,建设单位应当报经原审批机关批准



后,方可修改。

### 5. 采用新技术的管理

建设工程勘察、设计文件中规定采用的新技术、新材料,可能影响建设工程质量和安全,又没有国家技术标准的,应当由国家认可的检测机构进行试验、论证,出具检测报告,并经国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府有关部门组织的建设工程技术专家委员会审定后,方可使用。

### 6. 交底和施工服务

建设工程勘察、设计单位应当在建设工程施工前,向施工单位和监理单位说明建设工程勘察、设计意图,解释建设工程勘察、设计文件。

建设工程勘察、设计单位应当及时解决施工中出现的勘察、设计问题。

## 11.8.5 监督管理

### 1. 监督管理部门

国务院建设行政主管部门对全国的建设工程勘察、设计活动实行统一监督管理。

### 2. 施工图设计文件审查批准

县级以上人民政府建设行政主管部门或者交通、水利等有关部门应当对施工图设计文件中涉及公共利益、公众安全、工程建设强制性标准的内容进行审查。施工图设计文件未经审查批准的,不得使用。

【例 11.8-1】 根据《建设工程勘察设计管理条例》的规定,( )未经审查批准的,不得使用。

(A) 勘察文件 (B) 方案设计文件 (C) 初步设计文件 (D) 施工图设计文件

该题主要考核学员对《建设工程勘察设计管理条例》中有关施工图设计文件审查批准规定的理解。《建设工程勘察设计管理条例》规定:县级以上人民政府建设行政主管部门或者交通、水利等有关部门应当对施工图设计文件中涉及公共利益、公众安全、工程建设强制性标准的内容进行审查。施工图设计文件未经审查批准的,不得使用。因此,(D)符合题意。

## 11.9 建设工程质量管理条例

要求:熟悉建设单位的质量责任和义务;掌握勘察、设计单位的质量责任和义务;熟悉施工单位的质量责任和义务;掌握监理单位的质量责任和义务;了解建设工程质量保修。

### 11.9.1 总则

#### 1. 条例宗旨

为了加强对建设工程质量的管理,保证建设工程质量,保护人民生命和财产安全,根据《建筑法》,国务院于2000年1月10日通过了《建设工程质量管理条例》(以下简称《质量条例》),该条例已于2000年1月30日起施行。

#### 2. 适用范围

凡在中华人民共和国境内从事建设工程的新建、扩建、改建等有关活动及实施对建设工程质量监督管理的必须遵守《质量条例》。

《质量条例》所称建设工程,是指土木工程、建筑工程、线路管道和设备安装及装修工程。

### 11.9.2 建设单位的质量责任和义务

①建设单位应当将工程发包给具有相应资质等级的单位。建设单位不得将建设工程肢解

发包。

②建设单位应当依法对建设工程项目的勘察、设计、施工、监理以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购进行招标。

③建设单位必须向有关的勘察、设计、施工、工程监理等单位提供与建设工程有关的原始资料,原始资料必须真实、准确、齐全。

④建设工程发包单位不得迫使承包方以低于成本的价格竞标,不得任意压缩合理工期。建设单位不得明示或者暗示设计单位或者施工单位违反工程建设强制性标准,降低建设工程质量。

⑤建设单位应当将施工图设计文件报县级以上人民政府建设行政主管部门或者其他有关部门审查。施工图设计文件审查的具体办法,由国务院建设行政主管部门会同国务院其他有关部门制定。

施工图设计文件未经审查批准的,不得使用。

⑥实行监理的建设工程,建设单位应当委托具有相应资质等级的工程监理单位进行监理,也可以委托具有工程监理相应资质等级并与被监理工程的施工承包单位没有隶属关系或者其他利害关系的该工程的设计单位进行监理。

《质量条例》明确规定了以下建设工程必须实行监理:国家重点建设工程;大中型公用事业工程;成片开发建设的住宅小区工程;利用外国政府或者国际组织贷款、援助资金的工程;国家规定必须实行监理的其他工程,此类工程具体包括两类:一是指项目总投资额在3000万元以上,关系社会公共利益,公共安全的基础设施项目;二是学校、影剧院、体育场馆项目。

⑦建设单位在领取施工许可证或者开工报告前,应当按照国家有关规定办理工程质量监督手续。

⑧按照合同约定,由建设单位采购建筑材料、建筑构配件和设备的,建设单位应当保证建筑材料、建筑构配件和设备符合设计文件和合同要求。

建设单位不得明示或者暗示施工单位使用不合格的建筑材料、建筑构配件和设备。

⑨涉及建筑主体和承重结构变动的装修工程,建设单位应当在施工前委托原设计单位或者具有相应资质等级的设计单位提出设计方案;没有设计方案的,不得施工。

房屋建筑使用者在装修过程中,不得擅自变动房屋建筑主体和承重结构。

⑩建设单位收到建设工程竣工报告后,应当组织设计、施工、工程监理等有关单位进行竣工验收。建设工程竣工验收应当具备下列条件:完成建设工程设计和合同约定的各项内容;有完整的技术档案和施工管理资料;有工程使用的主要建筑材料、建筑构配件和设备的进场试验报告;有勘察、设计、施工、工程监理等单位分别签署的质量合格文件;有施工单位签署的工程保修书。

建设工程经验收合格的,方可交付使用。

⑪建设单位应当严格按照国家有关档案管理的规定,及时收集、整理建设项目各环节的文件资料,建立、健全建设项目档案,并在建设工程竣工验收后,及时向建设行政主管部门或者其他有关部门移交建设项目档案。

### 11.9.3 勘察、设计单位的质量责任和义务

①从事建设工程勘察、设计的单位应当依法取得相应等级的资质证书,并在其资质等级许可的范围内承揽工程。禁止勘察、设计单位超越其资质等级许可的范围或者以其他勘察、设计

单位的名义承揽工程。禁止勘察、设计单位允许其他单位或者个人以本单位的名义承揽工程。勘察、设计单位不得转包或者违法分包所承揽的工程。

②勘察、设计单位必须按照工程建设强制性标准进行勘察、设计,并对其勘察、设计的质量负责。

注册建筑师、注册结构工程师等注册执业人员应当在设计文件上签字,对设计文件负责。

③勘察单位提供的地质、测量、水文等勘察成果必须真实、准确。

④设计单位应当根据勘察成果文件进行建设工程设计。

⑤设计文件应当符合国家规定的设计深度要求,注明工程合理使用年限。

⑥设计单位在设计文件中选用的建筑材料、建筑构配件和设备,应当注明规格、型号、性能等技术指标,其质量要求必须符合国家规定的标准。

除有特殊要求的建筑材料、专用设备、工艺生产线等外,设计单位不得指定生产厂、供应商。

⑦设计单位应当就审查合格的施工图设计文件向施工单位作出详细说明。

⑧设计单位应当参与建设工程质量事故分析,并对因设计造成的质量事故,提出相应的技术处理方案。

#### 11.9.4 施工单位的质量责任和义务

①施工单位应当依法取得相应等级的资质证书,并在其资质等级许可的范围内承揽工程。禁止施工单位超越本单位资质等级许可的业务范围或者以其他施工单位的名义承揽工程。禁止施工单位允许其他单位或者个人以本单位的名义承揽工程。施工单位不得转包或者违法分包工程。

②施工单位对建设工程的施工质量负责。

施工单位应当建立质量责任制,确定工程项目的项目经理、技术负责人和施工管理负责人。

③建设工程实行总承包的,总承包单位应当对全部建设工程质量负责;建设工程勘察、设计、施工、设备采购的一项或者多项实行总承包的,总承包单位应当对其承包的建设工程或者采购的设备的质量负责。

总承包单位依法将建设工程分包给其他单位的,分包单位应当按照分包合同的约定对其分包工程的质量向总承包单位负责,总承包单位与分包单位对分包工程的质量承担连带责任。

④施工单位必须按照工程设计图纸和施工技术标准施工,不得擅自修改工程设计,不得偷工减料。

施工单位在施工过程中发现设计文件和图纸有差错的,应当及时提出意见和建议。

⑤施工单位必须按照工程设计要求、施工技术标准 and 合同约定,对建筑材料、建筑构配件、设备和商品混凝土进行检验,检验应当有书面记录和专人签字;未经检验或者检验不合格的,不得使用。

⑥施工单位必须建立、健全施工质量的检验制度,严格工序管理,作好隐蔽工程的质量检查和记录。隐蔽工程在隐蔽前,施工单位应当通知建设单位和建设工程质量监督机构。

⑦施工人员对涉及结构安全的试块、试件以及有关材料,应当在建设单位或者工程监理单位监督下现场取样,并送具有相应资质等级的质量检测单位进行检测。

⑧施工单位对施工中出现质量问题的建设工程或者竣工验收不合格的建设工程,应当负



责返修。

⑨施工单位应当建立、健全教育培训制度,加强对职工的教育培训;未经教育培训或者考核不合格的人员,不得上岗作业。

### 11.9.5 工程监理单位的质量责任和义务

①工程监理单位应当依法取得相应等级的资质证书,并在其资质等级许可的范围内承担工程监理业务。

禁止工程监理单位超越本单位资质等级许可的范围或者以其他工程监理单位的名义承担工程监理业务。禁止工程监理单位允许其他单位或者个人以本单位的名义承担工程监理业务。

工程监理单位不得转让工程监理业务。

工程监理单位与被监理工程的施工承包单位以及建筑材料、建筑构配件和设备供应单位有隶属关系或者其他利害关系的,不得承担该项建设工程的监理业务。

②工程监理单位应当依照法律、法规以及有关技术标准、设计文件和建设工程承包合同,代表建设单位对施工质量实施监理,并对施工质量承担监理责任。监理工程师应当按照工程监理规范的要求,采取旁站、巡视和平行检验等形式,对建设工程实施监理。

③工程监理单位应当选派具备相应资格的总监理工程师和监理工程师进驻施工现场。未经监理工程师签字,建筑材料、建筑构配件和设备不得在工程上使用或者安装,施工单位不得进行下一道工序的施工。未经总监理工程师签字,建设单位不拨付工程款,不进行竣工验收。

### 11.9.6 建设工程质量保修

#### 1. 质量保修制度

建设工程承包单位在向建设单位提交工程竣工验收报告时,应当向建设单位出具质量保修书。质量保修书中应当明确建设工程的保修范围、保修期限和保修责任等。

#### 2. 最低保修期限

在正常使用条件下,建设工程的最低保修期限为:

(1)基础设施工程、房屋建筑的地基基础工程和主体结构工程,为设计文件规定的该工程的合理使用年限;

(2)屋面防水工程、有防水要求的卫生间、房间和外墙面的防渗漏,为5年;

(3)供热与供冷系统,为2个采暖期、供冷期;

(4)电气管线、给排水管道、设备安装和装修工程,为2年。

其他项目的保修期限由发包方与承包方约定。

建设工程的保修期,自竣工验收合格之日起计算。

【例 11.9-1】建设工程的保修期自( )之日起计算。

(A)施工期满 (B)竣工验收合格

(C)完成全部施工任务 (D)工程移交

该题主要考核学员对《质量条例》中有关建设工程保修期限规定的理解。《质量条例》规定:建设工程的保修期,自竣工验收合格之日起计算。因此,(B)符合题意。

【例 11.9-2】供热、供冷系统的最低保修期限为( )。

(A)设计文件规定的合理使用年限 (B)5年



(C) 2个采暖期、供冷期

(D) 2年

该题主要考核学员对《质量条例》中有关建设工程保修期限规定的理解。《质量条例》规定:供热与供冷系统,为2个采暖期、供冷期。因此,(C)符合题意。

## 11.10 建设工程安全生产管理条例

要求:理解建设工程安全生产管理的方针;熟悉建设单位的安全责任;掌握勘察单位、设计单位的安全责任;熟悉监理单位的安全责任;了解施工单位的安全责任;熟悉生产安全事故应急救援;了解生产安全事故的报告和调查处理。

### 11.10.1 总则

#### 1. 条例宗旨

为了加强对建设工程安全生产监督管理,保障人民群众生命和财产安全,根据《建筑法》、《安全生产法》,国务院于2003年11月24日发布了《建设工程安全生产管理条例》(以下简称《安全条例》),该条例已于2004年2月1日起施行。

#### 2. 适用范围

在中华人民共和国境内从事建设工程的新建、扩建、改建和拆除等有关活动及实施对建设工程安全生产的监督管理,必须遵守《安全条例》。

《安全条例》所称建设工程,是指土木工程、建筑工程、线路管道和设备安装及装修工程。

#### 3. 管理方针

建设工程安全生产管理,坚持安全第一、预防为主方针。

### 11.10.2 建设单位的安全责任

①建设单位应当向施工单位提供施工现场及毗邻区域内供水、排水、供电、供气、供热、通信、广播电视等地下管线资料,气象和水文观测资料,相邻建筑物和构筑物、地下工程的有关资料,并保证资料的真实、准确、完整。

②建设单位不得对勘察、设计、施工、工程监理等单位提出不符合建设工程安全生产法律、法规和强制性标准规定的要求,不得压缩合同约定的工期。

③建设单位在编制工程概算时,应当确定建设工程安全作业环境及安全施工措施所需费用。

④建设单位不得明示或者暗示施工单位购买、租赁、使用不符合安全施工要求的安全防护用品、机械设备、施工机具及配件、消防设施和器材。

⑤建设单位在申请领取施工许可证时,应当提供建设工程有关安全施工措施的资料。

依法批准开工报告的建设工程,建设单位应当自开工报告批准之日起15日内,将保证安全施工的措施报送建设工程所在地的县级以上地方人民政府建设行政主管部门或者其他有关部门备案。

⑥建设单位应当将拆除工程发包给具有相应资质等级的施工单位,并应在拆除工程施工15日前,向建设工程所在地的县级以上地方人民政府建设行政主管部门或者其他有关部门办理备案。备案时应提交以下资料:施工单位资质等级证明;拟拆除建筑物、构筑物及可能危及毗邻建筑的说明;拆除施工组织方案;堆放、清除废弃物的措施。

实施爆破作业的,应当遵守国家有关民用爆炸物品管理的规定。

### 11.10.3 勘察、设计、监理及其他有关单位的安全责任

#### 1. 勘察单位

勘察单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行勘察,提供的勘察文件应当真实、准确,满足建设工程安全生产的需要。

勘察单位在勘察作业时,应当严格执行操作规程,采取措施保证各类管线、设施和周边建筑物、构筑物的安全。

#### 2. 设计单位

设计单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行设计,防止因设计不合理导致生产安全事故的发生。

设计单位和注册建筑师等注册执业人员应当对其设计负责。

设计单位应当考虑施工安全操作和防护的需要,对涉及施工安全的重点部位和环节在设计文件中注明,并对防范生产安全事故提出指导意见。

对于采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程,设计单位应当在设计中提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议。

#### 3. 监理单位

工程监理单位和监理工程师应当按照法律法规和工程建设强制性标准实施监理,并对建设工程安全生产承担监理责任。

工程监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准。

工程监理单位在实施监理过程中,发现存在安全事故隐患的,应当要求施工单位整改;情况严重的,应当要求施工单位暂时停止施工,并及时报告建设单位。施工单位拒不整改或者不停止施工的,工程监理单位应当及时向有关主管部门报告。

### 11.10.4 施工单位的安全责任

#### (1) 安全生产管理人员职责

施工单位主要负责人依法对本单位的安全生产工作全面负责。

施工单位的项目负责人应当由取得相应执业资格的人员担任,对建设工程项目的安全施工负责。

施工单位应当设立安全生产管理机构,配备专职安全生产管理人员。专职安全生产管理人员负责对安全生产进行现场监督检查。发现安全隐患,应当及时向项目负责人和安全生产管理机构报告;对于违章指挥、违章操作的,应当立即制止。

#### (2) 安全作业经费

施工单位对于列入建设工程概算的安全作业环境及安全施工措施所需费用,应当用于施工安全防护用具及设施的采购和更新、安全施工措施的落实、安全生产条件的改善,不得挪作他用。

#### (3) 施工安全生产责任

建设工程实行施工总承包的,由总承包单位对施工现场的安全生产负总责。

总承包单位依法将建设工程分包给其他单位的,分包合同中应当明确各自的安全生产方面的权利、义务。总承包单位和分包单位对分包工程的安全生产承担连带责任。

分包单位应当服从总承包单位的安全生产管理,分包单位不服管理导致生产安全事故的,由分包单位承担主要责任。

#### (4) 特种作业人员持证上岗

垂直运输机械作业人员、安装拆卸工、爆破作业人员、起重信号工、登高架设作业人员等特种作业人员,必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训,并取得特种作业操作资格证书后,方可上岗作业。

#### (5) 编制安全技术措施和专项施工方案

施工单位应当在施工组织设计中编制安全技术措施和施工现场临时用电方案,对下列达到一定规模的危险性较大的分部分项工程编制专项施工方案,并附具安全验算结果,经施工单位技术负责人、总监理工程师签字后实施,由专职安全生产管理人员进行现场监督:基坑支护与降水工程、土方开挖工程、模板工程、起重吊装工程、脚手架工程、拆除、爆破工程、国务院建设行政主管部门或者其他有关部门规定的其他危险性较大的工程。

对以上所列工程中涉及深基坑、地下暗挖工程、高大模板工程的专项施工方案,施工单位还应当组织专家进行论证、审查。

#### (6) 安全作业交底

建设工程施工前,施工单位负责项目管理的技术人员应当对有关安全施工的技术要求向施工作业班组、作业人员做出详细说明,并由双方签字确认。

#### (7) 设置安全警示标志

施工单位应当在施工现场入口处、施工起重机械、临时用电设施、脚手架、出入通道口、楼梯口、电梯井口、孔洞口、桥梁口、隧道口、基坑边沿、爆破物及有害危险气体和液体存放处等危险部位,设置明显的安全警示标志。安全警示标志必须符合国家标准。

#### (8) 对施工现场生活区、作业环境的管理

施工单位应当根据不同施工阶段和周围环境及季节、气候的变化,在施工现场采取相应的安全施工措施。施工现场暂时停止施工的,施工单位应当做好现场防护,所需费用由责任方承担,或者按照合同约定执行。

施工单位应当将施工现场的办公、生活区与作业区分开设置,并保持安全距离,办公、生活区的选址应当符合安全性要求。职工的膳食、饮水、休息场所等应当符合卫生标准。施工单位不得在尚未竣工的建筑物内设置员工集体宿舍。

施工现场临时搭建的建筑物应当符合安全使用要求。施工现场使用的装配式活动房屋应当具有产品合格证。

#### (9) 周边安全和环境保护措施

施工单位对因建设工程施工可能造成损害的毗邻建筑物、构筑物和地下管线等,应当采取专项防护措施。

施工单位应当遵守有关环境保护法律、法规的规定,在施工现场采取措施,防止或者减少粉尘、废气、废水、固体废物、噪声、振动和施工照明对人和环境的危害和污染。

在城市市区内的建设工程,施工单位应当对施工现场实行封闭围挡。

#### (10) 作业人员的安全保护

施工单位应当向作业人员提供安全防护用具和安全防护服装,并书面告知危险岗位的操作规程和违章操作的危害。作业人员有权对施工现场的作业条件、作业程序和作业方式中存



在的安全问题提出批评、检举和控告,有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。

在施工中发生危及人身安全的紧急情况时,作业人员有权立即停止作业或者采取必要的措施后撤离危险区域。

#### (11) 机械设备的安全管理

施工单位采购、租赁的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件,应当具有生产(制造)许可证、产品合格证,并在进入施工现场前进行查验。

施工现场的安全防护用具、机械设备、施工机具及配件必须由专人管理,定期进行检查、维修和保养,建立相应的资料档案,并按照国家有关规定及时报废。

施工单位在使用施工起重机械和整体提升脚手架、模板等自升式架设施前,应当组织有关单位进行验收,也可以委托具有相应资质的检验检测机构进行验收;使用承租的机械设备和施工机具及配件的,由施工总承包单位、分包单位、出租单位和安装单位共同进行验收。验收合格的方可使用。

作业人员应当遵守安全施工的强制性标准、规章制度和操作规程,正确使用安全防护用具、机械设备等。

#### (12) 安全教育

施工单位的主要负责人、项目负责人、专职安全生产管理人员应当经建设行政主管部门或者其他有关部门考核合格后方可任职。

施工单位应当对管理人员和作业人员每年至少进行一次安全生产教育培训,其教育培训情况记入个人工作档案。安全生产教育培训考核不合格的人员,不得上岗。

作业人员进入新的岗位或者新的施工现场前,应当接受安全生产教育培训。未经教育培训或者教育培训考核不合格的人员,不得上岗作业。

施工单位在采用新技术、新工艺、新设备、新材料时,应当对作业人员进行相应的安全生产教育培训。

#### (13) 办理意外伤害保险

施工单位应当为施工现场从事危险作业的人员办理意外伤害保险。意外伤害保险费由施工单位支付。实行施工总承包的,由总承包单位支付意外伤害保险费。意外伤害保险期限自建设工程开工之日起至竣工验收合格止。

### 11.10.5 监督管理

国务院建设行政主管部门依法对全国的建设工程安全生产实施监督管理。

县级以上人民政府负有建设工程安全生产监督管理职责的部门在各自的职责范围内履行安全监督检查职责时,有权采取下列措施:

①要求被检查单位提供有关建设工程安全生产的文件和资料;

②进入被检查单位施工现场进行检查;

③纠正施工中违反安全生产要求的行为;

④对检查中发现的安全事故隐患,责令立即排除,重大安全事故隐患排除前或者排除过程中无法保证安全的,责令从危险区域内撤出作业人员或者暂时停止施工。

建设行政主管部门或者其他有关部门可以将施工现场的监督检查委托给建设工程安全监督机构具体实施。



## 11.10.6 生产安全事故的应急救援和调查处理

### 1. 应急救援预案

①县级以上地方人民政府建设行政主管部门应当根据本级人民政府的要求,制定本行政区域内建设工程特大生产安全事故应急救援预案。

②施工单位应当制定本单 位生产安全事故应急救援预案,建立应急救援组织或者配备应急救援人员,配备必要的应急救援器材、设备,并定期组织演练。

③施工单位应当根据建设工程(项目)施工的特点、范围,对施工现场易发生重大事故的部位、环节进行监控,制定施工现场生产安全事故应急救援预案。实行施工总承包的,由施工总承包统一组织编制建设工程生产安全事故应急救援预案,工程总承包单位和分包单位按照应急救援预案,各自建立应急救援组织或配备应急救援人员,配备救援器材、设备,并定期组织演练。

### 2. 生产安全事故报告

①施工单位发生生产安全事故,应当按照国家有关伤亡事故报告和调查处理的规定,及时、如实地向负责安全生产监督管理的部门、建设行政主管部门或者其他有关部门报告;特种设备发生事故的,还应当向特种设备安全监督管理部门报告。

②实行施工总承包的建设工程,由总承包单位负责上报事故。

③接到报告的部门应当按照国家有关规定,如实上报。

### 3. 调查处理

建设工程生产安全事故的调查、对事故责任单位和责任人的处罚与处理,按照法律、法规规定执行。

【例 11.10-1】 依照《建设工程安全生产管理条例》的规定,施工单位的安全责任中,要求施工单位( )。

(A) 建设工程施工前,组织设计单位与施工班组进行技术交底

(B) 不得在尚未竣工的建筑物内设置员工集体宿舍

(C) 实施爆破作业前,向公安机关申请领取《爆破物品使用许可证》

(D) 审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准

该题主要考核学员对《建设工程安全生产管理条例》中有关单位的安全责任规定的理解。根据规定,建设工程施工前,施工单位与施工班组进行技术交底,因此,(A)不符合题意;实施爆破作业前,建设单位向公安机关申请领取《爆破物品使用许可证》,因此,(C)不符合题意;工程监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准,因此,(D)不符合题意;施工单位不得在尚未竣工的建筑物内设置员工集体宿舍,因此,(B)符合题意。

【例 11.10-2】 《建设工程安全生产管理条例》规定,施工单位应当为( )办理意外伤害保险。

(A) 本单位职工

(B) 施工现场从事危险作业的人员

(C) 施工现场人员

(D) 施工现场从事特种作业人员

该题主要考核学员对《建设工程安全生产管理条例》中对施工单位的安全责任规定的理解。《建设工程安全生产管理条例》规定,施工单位应当为施工现场从事危险作业的人员办理意外伤害保险。因此,(B)符合题意。

## 仿真习题

### 11.1 中华人民共和国建筑法

11-1 根据《建筑法》的规定,( ),建设单位应当依法向工程所在地县级以上人民政府建设行政主管部门申请领取施工许可证。

- (A) 建筑工程发包前
- (B) 建筑工程开工前
- (C) 建筑工程招标后
- (D) 建筑工程批准立项后

11-2 根据《建筑法》的规定,以下有关建筑工程发包承包的说法,不正确的是( )。

(A) 两个以上的承包单位联合共同承包的,共同承包的各方对承包合同的履行承担连带责任

(B) 提倡对建筑工程实行总承包

(C) 禁止承包单位将其承包的全部建筑工程转包给他人

(D) 禁止承包单位将其承包的建筑工程中的部分工程分包

11-3 根据《建筑法》的规定,工程监理人员发现工程设计不符合建筑工程质量标准或者合同约定的质量要求的,应当( )。

(A) 要求建筑施工企业改正

(B) 及时停工并修改设计

(C) 报告建设单位要求设计单位改正

(D) 要求设计单位改正

11-4 根据《建筑法》的规定,建筑工程施工过程中,工程设计的修改由( )负责。

(A) 建设单位

(B) 原设计单位

(C) 施工企业

(D) 监理人

11-5 某施工项目,建设单位2007年2月1日领取了施工许可证。由于某种原因,工程不能按期开工,故向发证机关申请延期。根据《建筑法》的规定,申请延期应在( )前进行。

(A) 2007年3月1日

(B) 2007年4月1日

(C) 2007年5月1日

(D) 2007年6月1日

### 11.2 中华人民共和国安全生产法

11-6 生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施,必须与主体工程( )。

(A) 同时勘察、同时设计、同时施工

(B) 同时设计、同时施工、同时投入生产和使用

(C) 同时设计、同时施工、同时竣工验收

(D) 同时开工、同时竣工、同时投入生产和使用

11-7 从业人员发现事故隐患或者其他不安全因素,应当立即向( )报告;接到报告的人员应当及时予以处理。

(A) 现场安全生产管理人员或者本单位负责人

(B) 安全生产监督管理部门负责人

(C) 现场监理人员或者安全生产管理人员

(D) 安全生产管理人员或者应急救援人员

11-8 负有安全生产监督管理职责的部门对涉及安全生产的事项进行审查、验收、监督检查,不得( )。

(A) 调阅有关生产经营单位技术秘密的资料

(B) 要求接受审查、验收的单位购买其指定生产单位的安全设备

(C) 对发现的事故隐患,责令立即排除

(D) 扣押经证实不符合保障安全生产的国家标准的设施

11-9 生产经营单位发生生产安全事故后,事故现场有关人员应当立即报告( )。

(A) 安全生产监督管理部门负责人 (B) 总监理工程师

(C) 有关地方人民政府负责人 (D) 本单位负责人

11-10 根据《安全生产法》的规定,从业人员发现直接危及人身安全的紧急情况时, ( )。

(A) 应当坚守岗位

(B) 应当立即停止作业并撤离作业场所

(C) 有权在向负有安全监督检查职责的部门报告

(D) 有权在采取可能的应急措施后撤离作业场所

### 11.3 中华人民共和国招标投标法

11-11 以下有关招标的说法,不符合《招标投标法》规定的是( )。

(A) 依法必须进行招标的项目,招标人自行办理招标事宜的,应当办理备案手续

(B) 招标分为公开招标和邀请招标

(C) 招标项目不得分段招标、确定工期

(D) 招标代理机构不得与行政机关存在隶属关系

11-12 以下有关投标文件的说法不符合《招标投标法》的是( )。

(A) 投标文件的编制应当符合招标文件的要求

(B) 投标人应当在招标文件确定的提交投标文件的截止时间前送达投标文件

(C) 投标文件送达招标人后,不得修改、补充或者撤回

(D) 投标人不得以低于成本的报价竞标,但可以与其他投标人组成一个联合体,以一个投标人的身份投标

11-13 以下有关评标委员会的组建的说法,符合《招标投标法》的是( )。

(A) 评标委员会应当由有关行政监督部门负责组建

(B) 评标委员一律从招标代理机构的专家库内的专家名单中随机抽取

(C) 评标委员会成员总数应当为5人以上,技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的2/3

(D) 评标委员会成员的名单在中标结果确定前应当保密

11-14 中标通知书对( )具有法律效力。

(A) 招标人和招标代理机构

(B) 招标人和投标人

(C) 招标人和中标人

(D) 招标代理机构和中标人

11-15 根据《招标投标法》的规定,招标人或者投标人的行为影响中标结果,中标无效的情形不包括( )。

(A) 招标人以不合理的条件限制或者排挤潜在投标人的

(B) 投标人相互串通投标的

(C) 投标人与招标人串通投标的

(D) 投标人以他人名义投标或者以其他方式弄虚作假

### 11.4 中华人民共和国合同法

11-16 合同被确认为无效时,不影响( )的效力。



(A)清理条款 (B)解决争议方法的条款

(C)违约责任条款 (D)结算条款

11-17 根据《合同法》的规定,当事人订立合同,应当具有( )。

(A)法人资格 (B)企业营业执照

(C)相应的民事权利能力和民事行为能力 (D)完全的民事权利能力和民事行为能力

11-18 根据《合同法》的规定,当事人订立合同,采取( )方式。

(A)要约、承诺 (B)要约邀请、要约、承诺

(C)要约、承诺、批准或者登记 (D)要约、承诺、公证

11-19 根据《合同法》规定,要约人撤回要约应当满足( )要求。

(A)撤回要约的通知应当在要约发出之前到达受要约人

(B)撤回要约的通知应当在要约到达受要约人后及时发出

(C)撤回要约的通知应当在受要约人发出承诺之前或者与要约同时到达受要约人

(D)撤回要约的通知应当在要约到达受要约人之前或者与要约同时到达受要约人

11-20 《合同法》规定,当事人在合同中既约定违约金,又约定定金的,一方违约时,对方( )。

(A)可以选择适用违约金或者定金 (B)可以同时适用违约金和定金

(C)只可适用违约金 (D)只可适用定金

11-21 《合同法》规定,当事人一方不履行金钱债务时,对方可以要求( )。

(A)继续履行 (B)单倍支付定金 (C)交付替代物 (D)采取补救措施

11-22 根据《合同法》的规定,以下属于可撤销合同的是( )。

(A)一方以欺诈手段订立合同,损害国家利益

(B)一方因误解订立的合同

(C)在订立合同时显失公平的合同

(D)在履行合同时显失公平的合同

11-23 因债务人怠于行使其到期债权,对债权人造成损害的,债权人可以依法行使( )。

(A)撤销权 (B)代位权 (C)不安抗辩权 (D)先履行抗辩权

11-24 依据《合同法》的规定,当事人可以解除合同的情形是( )。

(A)债务人依法将标的物提存 (B)债权人免除债务

(C)因不可抗力致使不能实现合同目的 (D)债务相互抵销

11-25 某建设工程设计合同订立后,业主依约支付了定金 20 万元后,设计单位由于机构调整提出终止合同,此时,业主有权要求设计单位返还( )。

(A)20 万元 (B)20 万元及其利息 (C)40 万元 (D)40 万元及其利息

11-26 某工程签订的钢材采购合同,由于条款内未约定交货地点,故运费未予明确,则供货商备齐钢材后,应( )。

(A)将钢材送到施工现场 (B)将钢材送到发包人的办公所在地

(C)将钢材送到发包人的仓库 (D)通知发包人自提

11-27 某一建设工程合同纠纷,经仲裁机构依法裁决后,当事人拒不履行仲裁裁决,则对方可以请求( )执行该裁决。

(A)人民法院 (B)仲裁机构



- (C) 工商行政管理机关 (D) 建设行政主管部门

### 11.5 中华人民共和国行政许可法

11-28 《行政许可法》规定,设定和实施行政许可,应当遵循( )的原则。

- (A) 平等、自愿、公正 (B) 公开、公正、诚实信用  
(C) 公开、公平、公正 (D) 公平、自愿、诚实信用

11-29 依据《行政许可法》的规定,可以不设行政许可的事项是( )。

- (A) 直接关系公共利益的特定行业的市场准入,需要赋予特定权利的  
(B) 企业的设立,需要确定主体资格的  
(C) 直接关系人身健康,需要按照法定条件予以批准的  
(D) 行业组织或者中介机构能够自律管理的

11-30 由省、自治区、直辖市人民政府设定的临时性行政许可,实施满一年需要继续实施的,应当提请( )。

- (A) 本级人民代表大会及其常务委员会制定地方性法规  
(B) 本级人民政府设定行政许可  
(C) 国务院批准延期  
(D) 国务院制定行政法规

11-31 行政机关对公民、法人或者其他组织从事行政许可事项的活动应当行使( )。

- (A) 陈述权 (B) 申辩权 (C) 监督权 (D) 救济权

### 11.6 中华人民共和国节约能源法

11-32 依据《节约能源法》的规定,国家对固定资产投资项目实行( )制度。

- (A) 用能评估和核准 (B) 节能评估和登记  
(C) 用能审查和登记 (D) 节能评估和审查

11-33 根据《节约能源法》的规定,对建筑节能,以下说法不正确的是( )。

- (A) 不符合建筑节能标准的建筑工程,已经建成的可以销售或使用  
(B) 国务院建设行政主管部门负责全国建筑节能的监督管理工作  
(C) 使用空调采暖、制冷的公共建筑应当实行室内温度控制制度  
(D) 新建建筑应当按照规定安装用热量计量装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置

11-34 国务院管理节能工作的部门会同国务院( )发布节能技术政策大纲,指导节能技术研究、开发和推广应用。

- (A) 发展改革委员会 (B) 建设行政主管部门  
(C) 科技主管部门 (D) 环境行政主管部门

### 11.7 中华人民共和国环境保护法

11-35 依据《环境保护法》的规定,凡是向已有地方污染物排放标准的区域排放污染物的,应当执行( )标准。

- (A) 国家环境质量 (B) 国家污染物排放 (C) 地方环境质量 (D) 地方污染物排放

11-36 建设项目的环境影响报告书经批准后,计划部门方可批准( )。

- (A) 建设项目可行性研究报告 (B) 建设项目设计任务书  
(C) 建设项目初步设计 (D) 建设项目施工图设计

11-37 ( ),应当对本辖区的环境质量负责,采取措施改善环境质量。

- (A) 建设行政主管部门 (B) 环境保护行政主管部门  
(C) 地方各级人民政府 (D) 省、自治区、直辖市人民政府

11-38 建设项目中防治污染的设施,必须经( )验收合格后,该建设项目方可投入生产和使用。

- (A) 原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门  
(B) 建设项目所在地的环境保护行政主管部门  
(C) 原审批建设项目可行性研究报告的计划部门  
(D) 建设项目所在地的建设行政主管部门

#### 11.8 建筑工程勘察设计管理条例

11-39 从事建设工程勘察、设计活动,应当坚持( )的原则。

- (A) 先立项、后勘察、再设计 (B) 先勘察、后设计、再招标  
(C) 先勘察、后设计、再施工 (D) 先勘察、后设计、再审查

11-40 国家对从事建设工程勘察、设计活动的专业技术人员,实行( )制度。

- (A) 职业资格注册管理 (B) 职业资格考试、考核  
(C) 执业资格注册管理 (D) 执业资格审查登记

11-41 建设工程勘察、设计注册执业人员未受聘于( )的,不得从事建设工程的勘察、设计活动。

- (A) 建设工程承包单位 (B) 建设工程勘察、设计单位  
(C) 建设工程科研院所单位 (D) 建设工程勘察、设计、施工单位

11-42 经有关主管部门审查,以下建设工程的勘察、设计,应当招标发包的是( )。

- (A) 采用特定的专利技术的 (B) 采用特定的专有技术的  
(C) 建筑艺术造型有特殊要求的 (D) 采用新型节能材料的

11-43 除建设工程主体部分的勘察、设计外,经( ),承包方可以将建设工程其他部分的勘察、设计进行分包。

- (A) 建设行政主管部门批准 (B) 发包方书面同意  
(C) 监理工程师书面批准 (D) 发包方或者总工程师书面同意

11-44 编制建设工程勘察、设计文件应当依据( )的规定。

- (A) 城市规划 (B) 可行性研究报告  
(C) 建设工程勘察、设计合同 (D) 建设工程委托监理合同

11-45 《建设工程勘察设计管理条例》对编制施工图设计文件的要求是,应当( )。

- (A) 满足施工招标、主要设备材料订货的需要,并注明建设工程合理使用年限  
(B) 满足设备材料采购、非标准设备制造和施工的需要,并注明选用材料的生产厂、供应商

(C) 满足设备材料采购、非标准设备制造和施工的需要,并注明建设工程合理使用年限

(D) 满足施工招标、主要设备材料订货的需要,并注明选用材料的生产厂、供应商

11-46 根据《建设工程勘察设计管理条例》的规定,确需修改建设工程设计文件的,应当由( )修改。

- (A) 建设单位、施工单位 (B) 原建设工程勘察、设计单位  
(C) 监理单位、设计单位 (D) 原设计单位

11-47 建设单位经有关当事人书面同意,委托具有相应资质的建设工程设计单位修改工程设计, ( )对修改的设计文件承担责任。

- (A) 建设单位、修改单位 (B) 原设计单位、修改单位  
(C) 修改单位 (D) 原设计单位

11-48 根据《建设工程勘察设计管理条例》的规定,对全国的建设工程勘察、设计活动实施统一监督管理的部门是( )。

- (A) 国务院发展计划部门 (B) 国务院建设行政主管部门  
(C) 国务院以及各级人民政府 (D) 各级人民政府建设行政主管部门

#### 11.9 建设工程质量管理条例

11-49 《建设工程质量管理条例》规定,建设单位、勘察单位、设计单位、施工单位、工程监理单位依法对( )负责。

- (A) 建设工程安全 (B) 建设工程质量  
(C) 建设工程质量监督 (D) 执行工程建设强制性标准

11-50 《建设工程质量管理条例》规定,建设单位不得明示或者暗示( )违反工程建设强制性标准,降低建设工程质量。

- (A) 勘察单位或者设计单位 (B) 设计单位或者监理单位  
(C) 设计单位或者施工单位 (D) 施工单位或者监理单位

11-51 《建设工程质量管理条例》规定,( )等注册执业人员应当在设计文件上签字,对设计文件负责。

- (A) 高级工程师或者总工程师 (B) 注册建造师或者注册建筑师  
(C) 注册建筑师或者注册结构工程师 (D) 注册建造师或者注册结构工程师

11-52 ( )应当就审查合格的施工图设计文件向施工单位作出详细说明。

- (A) 建设单位 (B) 设计单位 (C) 监理人员 (D) 设计人员

#### 11.10 建设工程安全生产管理条例

11-53 《建设工程安全生产管理条例》规定,勘察单位应当按照法律、法规和工程建设强制性标准进行勘察,提供的勘察文件应当( ),满足建设工程安全生产的需要。

- (A) 真实、准确 (B) 真实、完整 (C) 完整、准确 (D) 完整、正确

11-54 《建设工程安全生产管理条例》规定,采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程,设计单位应当在设计文件中( )。

- (A) 对施工的重点部位和环节加以注明,并对防范生产安全事故提出指导意见  
(B) 提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的指导意见  
(C) 对涉及施工的重点部位和环节加以注明,并对防范生产安全事故提出措施建议  
(D) 提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议

11-55 《建设工程安全生产管理条例》规定,设计单位和( )等注册执业人员应当对其设计负责。

- (A) 注册结构工程师 (B) 注册监理工程师  
(C) 注册建筑师 (D) 勘察设计注册工程师

11-56 工程监理单位应当审查( )是否符合建设工程强制性标准。

- (A) 施工图设计文件中的安全技术措施或者专项施工方案



- (B)施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案
- (C)施工图设计文件中的预防生产安全事故的措施及其救援预案
- (D)施工组织设计中的安全技术措施和安全事故应急救援预案

## 习题答案

11-1 (B)。解题思路:根据《建筑法》规定,建筑工程开工前,建设单位应当按照国家有关规定向工程所在地县级以上人民政府建设行政主管部门申请施工许可证。因此,(B)符合题意。

11-2 (D)。解题思路:本题要求选择不正确的说法。根据《建筑法》的规定,大型建筑工程或者结构复杂的建筑工程,可以由两个以上的承包单位联合共同承包。共同承包的各方对承包合同的履行承担连带责任。因此,(A)不符合题意。《建筑法》提倡对建筑工程实行总承包。因此,(B)不符合题意。《建筑法》规定,禁止承包单位将其承包的全部建筑工程转包给他人,因此,(C)不符合题意。《建筑法》规定,建筑工程总承包单位可以将承包工程中的部分工程发包给具有相应资质条件的分包单位,因此,(D)的说法不正确,符合题意。

11-3 (C)。解题思路:《建筑法》规定,工程监理人员发现工程设计不符合建筑工程质量标准或者合同约定的质量要求的,应当报告建设单位要求设计单位改正。因此,(C)符合题意。

11-4 (B)。解题思路:《建筑法》规定,工程监理人员发现工程设计不符合建筑工程质量标准或者合同约定的质量要求的,应当报告建设单位要求设计单位改正。根据《建筑法》这一规定,监理单位、施工单位以及建设单位均无权修改工程设计文件,施工过程中确需对工程设计进行修改,应由原设计单位修改。因此,(B)符合题意。

11-5 (C)。解题思路:《建筑法》规定,建设单位应当自领取施工许可证之日起3个月内开工。因故不能按期开工的,应当在期满前向发证机关申请延期。本题中,建设单位领取施工许可证的日期为2007年2月1日,3个月的期满日期为2007年4月30日,因此,(C)符合题意。

11-6 (B)。《安全生产法》规定,生产经营单位新建、改建、扩建工程项目的安全设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。因此,(B)符合题意。

11-7 (A)。《安全生产法》规定,从业人员发现事故隐患或者其他不安全因素,应当立即向现场安全生产管理人员或者本单位负责人报告。因此,(A)符合题意。

11-8 (B)。根据《安全生产法》规定,负有安全生产监督管理职责的部门依法对生产经营单位进行安全监督检查时,有权采取的措施有:进入生产经营单位进行检查,调阅有关安全生产的文件和资料,向有关单位和人员了解情况;对检查中发现的安全事故隐患,应当责令立即排除;对不符合保障安全生产的国家标准或者行业标准的设施、设备、器材予以查封或者扣押,并应当在十五日内依法作出处理决定等。本题要求选择不得实施的行为,因此,(B)符合题意。

11-9 (D)。根据《安全生产法》规定,生产经营单位发生生产安全事故后,事故现场有关人员应立即报告本单位负责人。因此,(D)符合题意。

11-10 (D)。根据《安全生产法》规定,从业人员享有紧急情况处置权,具体内容是:从业人员发现直接危及人身安全的紧急情况时,有权停止作业或者在采取可能的应急措施后撤离



作业场所。因此,(D)符合题意。

11-11 (C)。解题思路:《招标投标法》相关规定有,招标分为公开招标和邀请招标。依法必须进行招标的项目,招标人自行办理招标事宜的,应当向有关行政监督部门备案。招标项目需要划分标段、确定工期的,招标人应当合理划分标段、确定工期,并在招标文件中载明。招标代理机构与行政机关和其他国家机关没有行政隶属关系或者其他利益关系。本题要求选择不符合《招标投标法》规定的选项,因此,(C)符合题意。

11-12 (C)。解题思路:《招标投标法》相关规定有,投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标人应当在招标文件要求提交投标文件的截止时间前,将投标文件送达投标地点。投标人在招标文件要求提交投标文件的截止时间前,可以补充、修改或者撤回已提交的投标文件,并书面通知招标人。两个以上法人或者其他组织可以组成一个联合体,以一个投标人的身份共同投标。投标人不得以低于成本的报价竞标。本题要求选择不符合《招标投标法》规定的选项,因此,(C)符合题意。

11-13 (D)。解题思路:《招标投标法》相关规定有,评标由招标人依法组建的评标委员会负责。依法必须进行招标的项目,其评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成,成员人数为5人以上单数,其中技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的2/3。技术、经济专家由招标人从国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府有关部门提供的专家名册或者招标代理机构的专家库内的相关专业的专家名单中确定;一般招标项目可以采取随机抽取方式,特殊招标项目可以由招标人直接确定。评标委员会名单在中标结果确定前应当保密。因此,(D)符合题意。

11-14 (C)。解题思路:《招标投标法》规定,中标通知书对招标人和中标人具有法律效力。因此,(C)符合题意。

11-15 (A)。

11-16 (B)。解题思路:《合同法》规定,合同无效、被撤销或者终止的,不影响合同中独立存在的有关解决争议方法的条款的效力。因此,(B)符合题意。

11-17 (C)。解题思路:《合同法》规定,当事人订立合同,应当具有相应的民事权利能力和民事行为能力。因此,(C)符合题意。

11-18 (A)。

11-19 (D)。解题思路:《合同法》规定,撤回要约的通知应当在要约到达受要约人之前或者与要约同时到达受要约人。因此,(D)符合题意。

11-20 (A)。

11-21 (A)。解题思路:《合同法》规定,当事人一方未支付价款或者报酬的,对方可以要求其支付价款或者报酬。因此,(A)符合题意。

11-22 (C)。

11-23 (B)。解题思路:《合同法》规定,因债务人怠于行使其到期债权,对债权人造成损害的,债权人可以向人民法院请求以自己的名义代位行使债务人的债权,但该债权专属于债务人自身的除外。代位权的行使范围应当以债权人的债权为限。因此,(B)符合题意。

11-24 (C)。

11-25 (C)。解题思路:《合同法》规定,当事人可以依照《中华人民共和国担保法》约定一方向对方给付定金作为债权的担保。债务人履行合同后,定金应当抵作价款或者收回。给

付定金的一方不履行约定的债务的,无权要求返还定金;收受定金的一方不履行约定的债务的,应当双倍返还定金。本题中业主支付了定金20万元,设计单位违约,业主义务要求双倍返还定金40万元。因此,(C)符合题意。

11-26 (D)。解题思路:《合同法》规定,履行地点不明确,给付货币的,在接受货币一方所在地履行;交付不动产的,在不动产所在地履行;其他标的,在履行义务一方所在地履行。本题中当事人在合同中未约定交货地点,则应在供货方所在地交货,因此,(D)符合题意。

11-27 (A)。

11-28 (C)。解题思路:根据《行政许可法》的规定,设定和实施行政许可,应当遵循的原则有,合法原则,公开、公平、公正原则,便民原则,信赖保护原则等。因此,(C)符合题意。

11-29 (D) 11-30 (A) 11-31 (C)

11-32 (D)。解题思路:根据《节约能源法》的规定,国家实行固定资产投资项目节能评估和审查制度。因此,(D)符合题意。

11-33 (A)。

11-34 (C)。解题思路:《节约能源法》规定,国务院管理节能工作的部门会同国务院科技主管部门发布节能技术政策大纲。因此,(C)符合题意。

11-35 (D)。

11-36 (B)。解题思路:《环境保护法》规定,环境影响报告书经批准后,计划部门方可批准建设项目设计任务书。因此,(B)符合题意。

11-37 (C) 11-38 (A)

11-39 (C)。解题思路:《建筑工程勘察设计条例》规定,从事建设工程勘察、设计活动,应当坚持先勘察、后设计、再施工的原则。因此,(C)符合题意。

11-40 (C)。

11-41 (B)。解题思路:《建筑工程勘察设计条例》规定,建设工程勘察、设计注册执业人员和其他专业技术人员只能受聘于一个建设工程勘察、设计单位;未受聘于建设工程勘察、设计单位的,不得从事建设工程的勘察、设计活动。因此,(B)符合题意。

11-42 (D) 11-43 (B)

11-44 (A)。解题思路:根据《建筑工程勘察设计条例》的规定,编制建设工程勘察、设计文件的依据包括项目审批文件、城市规划、工程建设强制性标准、国家规定的建设工程勘察、设计深度要求等。铁路、交通、水利等专业建设工程,还应当以专业规划的要求为依据。因此,(A)符合题意。

11-45 (C)。

11-46 (D)。解题思路:《建筑工程勘察设计条例》规定,建设单位、施工单位、监理单位不得修改建设工程勘察、设计文件;确需修改建设工程勘察、设计文件的,应当由原建设工程勘察、设计单位修改。因此,(D)符合题意。

11-47 (C)。解题思路:《建筑工程勘察设计条例》规定,经原建设工程勘察、设计单位书面同意,建设单位也可以委托其他具有相应资质的建设工程勘察、设计单位修改,修改单位完成对修改部分承担相应责任。因此,(C)符合题意。

11-48 (B)。解题思路:《建筑工程勘察设计条例》规定,国务院建设行政主管部门对全国的建设工程勘察、设计活动实行统一监督管理。因此,(B)符合题意。

11-49 (B)。

11-50 (C)。解题思路:《建设工程质量管理条例》规定,建设单位不得明示或者暗示设计单位或者施工单位违反工程建设强制性标准,降低建设工程质量。因此,(C)符合题意。

11-51 (C)。解题思路:《建设工程质量管理条例》规定,注册建筑师、注册结构工程师等注册执业人员应当在设计文件上签字,对设计文件负责。因此,(C)符合题意。

11-52 (B)。解题思路:《建设工程质量管理条例》规定,设计单位应当就审查合格的施工图设计文件向施工单位作出详细说明。因此,(B)符合题意。

11-53 (A)。

11-54 (D)。解题思路:《建设工程安全生产管理条例》规定,对于采用新结构、新材料、新工艺的建设工程和特殊结构的建设工程,设计单位应当在设计中提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议。因此,(D)符合题意。

11-55 (C)。解题思路:《建设工程安全生产管理条例》规定,设计单位和注册建筑师等注册执业人员应当对其设计负责。因此,(C)符合题意。

11-56 (B)。解题思路:《建设工程安全生产管理条例》规定,工程监理单位应当审查施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案是否符合工程建设强制性标准。因此,(B)符合题意。

策划编辑/宗 洁  
责任编辑/华 文  
装帧设计/郭 泉

**注册电气工程师执业资格考试  
公共基础考试复习教材**

**注册电气工程师执业资格考试  
专业基础考试复习教材**



ISBN 978-7-5618-3513-3



9 787561 835133

定价：99.00元