



## 第三节

# 单代号网络计划



## 第三节 单代号网络计划

### 【本节主要内容】

- 一、绘图规则
- 二、时间参数计算方法
- 三、关键工作及关键线路的确定
- 四、试题示例



### 第三节 单代号网络计划

单代号网络计划又称节点式网络计划，它是以**节点及其编号表示工作**，用箭线表示工作之间的逻辑关系。

与双代号网络计划相比，单代号网络计划的最大特点是工作之间的逻辑关系易于表达，绘图简单。



## 第三节 单代号网络计划

### 一、绘图规则★★

单代号网络图与双代号网络图的绘图规则基本相同，主要区别在于：当网络图中有多项开始工作时，**应增设一项虚工作（St）**，作为该网络图的起点节点；当网络图中有多项结束工作时，**应增设一项虚工作（Fin）**，作为该网络图的终点节点。



## 第三节 单代号网络计划

### 二、时间参数计算方法

单代号网络计划与双代号网络计划只是表现形式不同，它们所表达的内容是一致的。下面以图5-8所示单代号网络计划为例，说明其时间参数的计算过程。



### 第三节 单代号网络计划

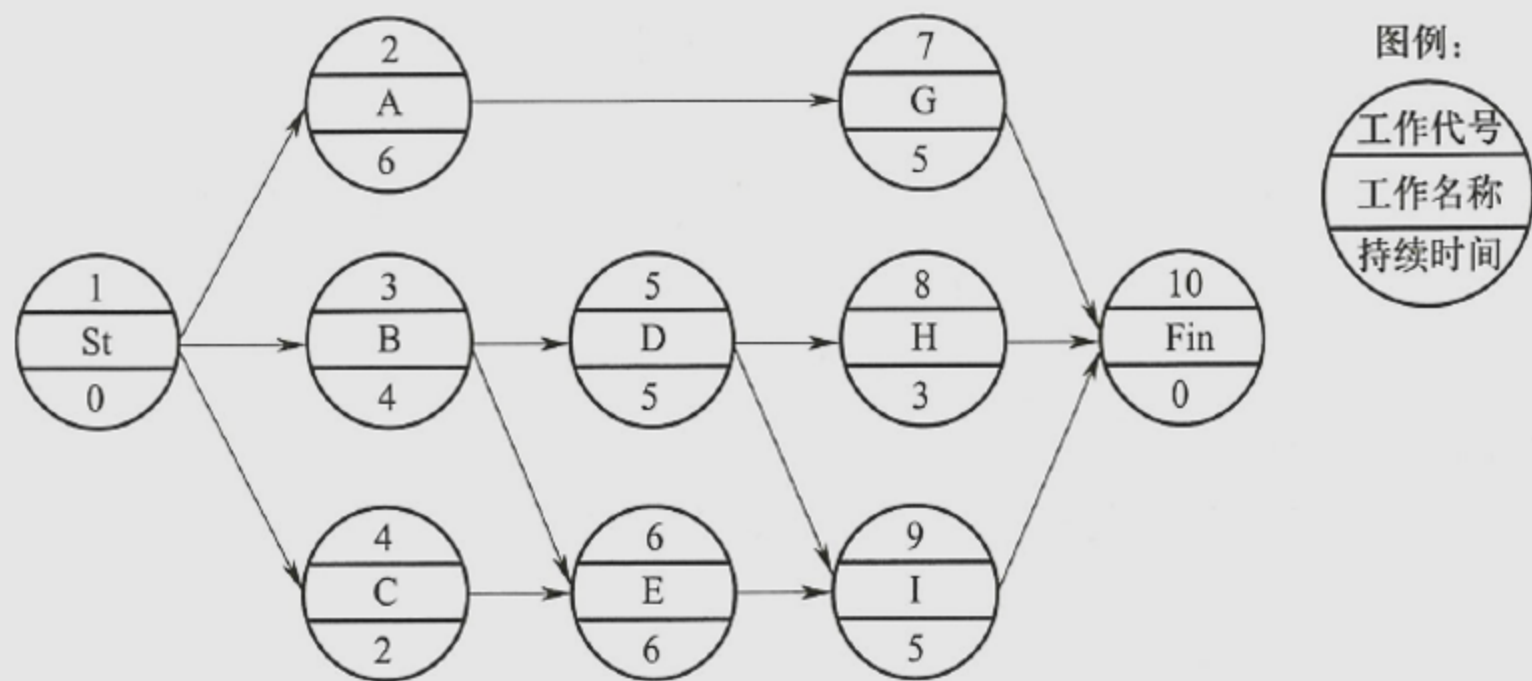


图 5-8 单代号网络计划



## 第三节 单代号网络计划

### （一）计算工作的最早开始时间和最早完成时间



工作最早开始时间和最早完成时间的计算应从网络计划的起点节点开始，顺着箭线方向

按节点编号从小到大的顺序依次进行，计算步骤如下。

（1）**网络计划起点节点所代表的工作，若最早开始时间未规定，则取值为0。**例如，在本例中，起点节点所代表的工作 $St$ （虚工作）的最早开始时间为0,即

$$ES_1 = 0$$



### 第三节 单代号网络计划

(2) 工作最早完成时间应等于本工作最早开始时间与其持续时间之和，即

$$EF_i = ES_i + D_i$$

式中：  $EF_i$ ——工作i的最早完成时间；

$ES_i$ ——工作i的最早开始时间；

$D_i$ ——工作i的持续时间。

例如，在本例中，虚工作St和工作A的最早完成时间分别为：

$$EF_1 = ES_1 + D_1 = 0 + 0 = 0$$

$$EF_2 = ES_2 + D_2 = 0 + 6 = 6$$





### 第三节 单代号网络计划

(3) 其他工作最早开始时间应等于其紧前工作最早完成时间的最大值，即

$$ES_j = \max \{EF_i\}$$

式中：  $ES_j$ ——工作j的最早开始时间；

$EF_i$ ——工作j的紧前工作i的最早完成时间。

例如，在本例中，工作E和工作G的最早开始时间分别为：

$$ES_6 = \max \{EF_3, EF_4\} = \max \{4, 2\} = 4$$

$$ES_7 = EF_2 = 6$$



### 第三节 单代号网络计划

(4) 网络计划的计算工期等于其终点节点所代表的工作的最早完成时间。例如，在本例中，其计算工期为：

$$T_c = EF_{10} = 15$$



### 第三节 单代号网络计划

#### (二) 计算相邻两项工作之间的时间间隔★★★★★

相邻两项工作之间的时间间隔是指**紧后工作的最早开始时间与本工作最早完成时间的差值**，即

$$LAG_{i,j} = ES_j - EF_i$$

式中： $LAG_{i,j}$ ——工作i与其紧后工作j之间的时间间隔。

例如，在本例中，工作A与工作G、工作C与工作E的时间间隔分别为：

$$LAG_{2,7} = ES_7 - EF_2 = 6 - 6 = 0$$

$$LAG_{4,6} = ES_6 - EF_4 = 4 - 2 = 2$$



### 第三节 单代号网络计划

#### （三）确定网络计划的计划工期★★★★★

在本例中，假设未规定工期，则计划工期就等于计算工期，

即

$$T_p = T_c = 15$$



### 第三节 单代号网络计划

#### （四）计算工作的总时差★★★★★

工作总时差的计算应从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向按节点编号以从大到小的顺序依次进行。

（1）网络计划终点节点n所代表的工作的总时差应等于计划工期与计算工期之差，即

$$TF_n = T_p - T_c$$

当计划工期等于计算工期时，该工作的总时差为0。例如，在本例中，终点节点10所代表的工作Fin（虚工作）的总时差为：

$$TF_{10} = T_p - T_c = 15 - 15 = 0$$



### 第三节 单代号网络计划

(2) 其他工作的总时差应等于本工作与其各紧后工作之间的时间间隔加上该紧后工作的总时差所得之和的最小值，即

$$TF_i = \min \{LAG_{i,j} + TF_j\}$$

式中：  $TF_i$ ——工作i的总时差；

$LAG_{i,j}$ ——工作i与其紧后工作j之间的时间间隔；

$TF_j$ ——工作i的紧后工作j的总时差。

例如，在本例中，工作H和工作D的总时差分别为：

$$TF_8 = LAG_{8,10} + TF_{10} = 3 + 0 = 3$$

$$TF_5 = \min \{LAG_{5,8} + TF_8, LAG_{5,9} + TF_9\} = \min \{0 + 3, 1 + 0\} = 1$$



### 第三节 单代号网络计划

#### (五) 计算工作的自由时差★★★★★

(1) 网络计划终点节点n所代表的工作的自由时差等于计划工期与本工作的最早完成时间之差，即

$$FF_n = T_p - EF_n$$

式中：  $FF_n$ ——终点节点n所代表的工作的自由时差；

$T_p$ ——网络计划的计划工期；

$EF_n$ ——终点节点n所代表的工作的最早完成时间（即计算工期）。

例如，在本例中，终点节点所代表的工作Fin（虚工作）的自由时差为：

$$FF_{10} = T_p - EF_{10} = 15 - 15 = 0$$



### 第三节 单代号网络计划

(2) 其他工作的自由时差等于本工作与其紧后工作之间时间间隔的最小值，即

$$FF_i = \min \{LAG_{i,j}\}$$

例如，在本例中，工作D和工作G的自由时差分别为：

$$FF_5 = \min \{LAG_{5,8}, LAG_{5,9}\} = \min \{0, 1\} = 0$$

$$FF_7 = LAG_{7,10} = 4$$





### 第三节 单代号网络计划

(六) 计算工作的最迟完成时间和最迟开始时间



工作的最迟完成时间和最迟开始时间的计算可依照以下两种方法进行。



### 第三节 单代号网络计划

#### 1. 根据总时差计算

(1) 工作的最迟完成时间等于本工作的最早完成时间与其总时差之和，即

$$LF_i = EF_i + TF_i$$

例如，在本例中，工作D和工作G的最迟完成时间分别为：

$$LF_5 = EF_5 + TF_5 = 9 + 1 = 10$$

$$LF_7 = EF_7 + TF_7 = 11 + 4 = 15$$



### 第三节 单代号网络计划

(2) 工作的最迟开始时间等于本工作的最早开始时间与其总时差之和，即

$$LS_i = ES_i + TF_i$$

例如，在本例中，工作D和工作G的最迟开始时间分别为：

$$LS_5 = ES_5 + TF_5 = 4 + 1 = 5$$

$$LS_7 = ES_7 + TF_7 = 6 + 4 = 10$$



### 第三节 单代号网络计划

#### 2. 根据计划工期计算

工作最迟完成时间和最迟开始时间的计算应从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向按节点编号，从大到小按照顺序依次进行。

（1）网络计划终点节点n所代表的工作的最迟完成时间等于该网络计划的计划工期，即

$$LF_n = T_p$$

例如，在本例中，终点节点所代表的工作Fin（虚工作）的最迟完成时间为：

$$LF_{10} = T_p = 15$$



### 第三节 单代号网络计划

(2) 工作最迟开始时间等于本工作最迟完成时间与其持续时间之差，即

$$LS_i = LF_i - D_i$$

例如，在本例中，虚工作Fin和工作G的最迟开始时间分别为：

$$LS_{10} = LF_{10} - D_{10} = 15 - 0 = 15$$

$$LS_7 = LF_7 - D_7 = 15 - 5 = 10$$



### 第三节 单代号网络计划

(3) 其他工作的最迟完成时间等于该工作各紧后工作最迟开始时间的最小值，即

$$LF_i = \min \{LS_j\}$$

式中：  $LS_j$ ——工作i的紧后工作j的最迟开始时间。

例如，在本例中，工作H和工作D的最迟完成时间分别为：

$$LF_8 = LS_{10} = 15$$

$$LF_5 = \min \{LS_8, LS_9\} = \min \{12, 10\} = 10$$



### 第三节 单代号网络计划

单代号网络计划时间参数计算结果如图5-9所示。

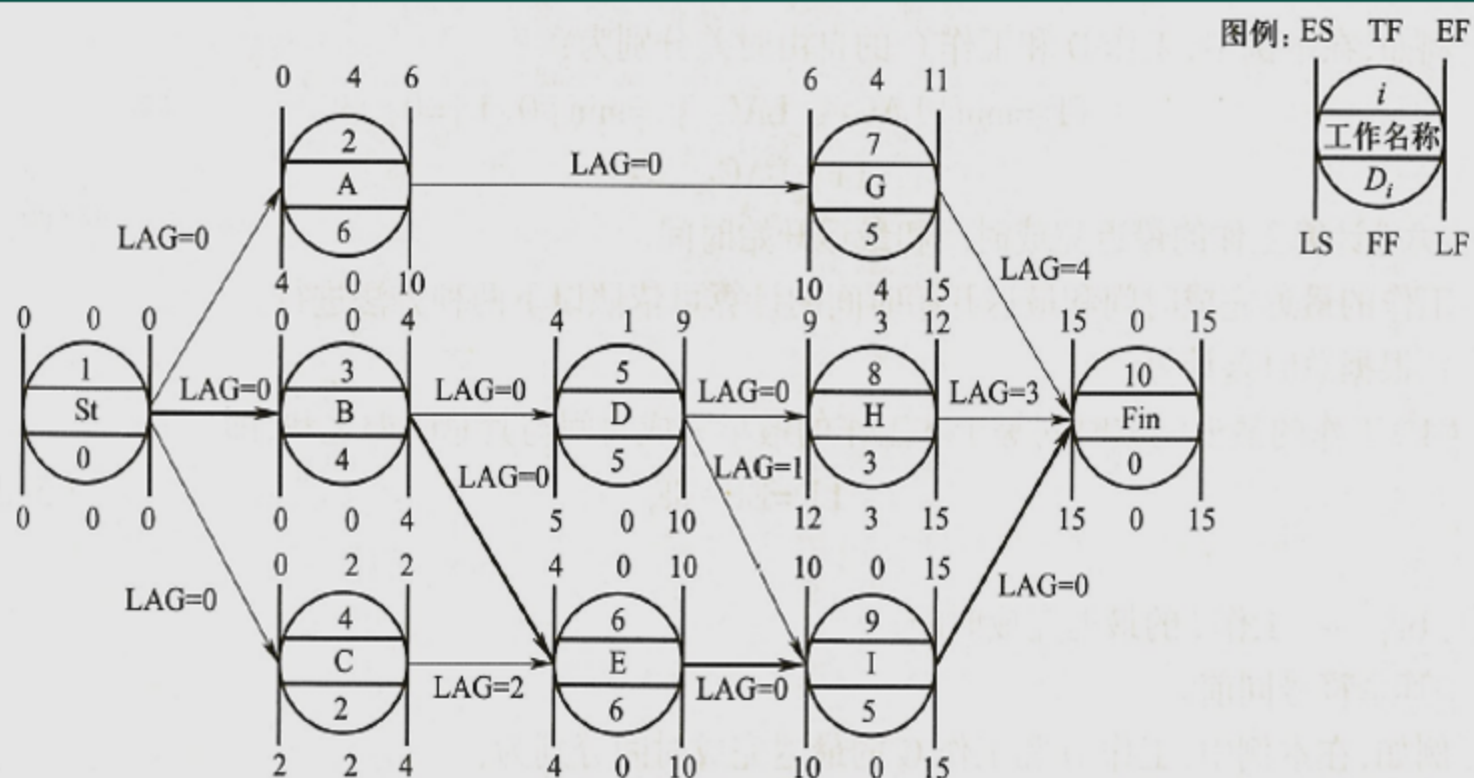


图 5-9 单代号网络计划



### 第三节 单代号网络计划

【单选题】某单代号网络计划中，工作M的最早开始时间和最迟开始时间分别为第20天和第25天，持续时间为9天。该工作有两项紧后工作，它们的最早开始时间分别为第32天和第34天，则工作M的自由时差为（ ）天。

A.0

B.2

C.3

D.5





### 第三节 单代号网络计划

答案：C

**解析：**此题考查对单代号网络计划中自由时差的计算。单代号网络计划中除以终点节点为完成节点的工作外，其他工作的自由时差等于本工作与其紧后工作之间时间间隔的最小值。相邻两项工作之间的时间间隔是指其紧后工作的最早开始时间与本工作最完成时间的差值。工作最早完成时间应等于本工作最早开始时间与其持续时间之和。

本题中,工作M的最早完成时间  $=20+9=29$  天,故工作M与两项紧后工作的时间间隔分别为:  $32-29=3$  天;  $34-29=5$  天。故工作 M 的自由时差  $=\min\{3,5\}=3$  (天)。



### 第三节 单代号网络计划

【单选题】某单代号网络计划中工作G有两项紧后工作，工作G与各项紧后工作之间的时间间隔分别为4天和7天，则工作G的自由时差是（）天。

A.3

B.4

C.7

D.11



### 第三节 单代号网络计划

答案：B

解析：除以终点节点为完成节点的工作外，其他工作的自由时差等于本工作与其紧后工作之间时间间隔的最小值，故工作G的自由时差= $\min\{4, 7\}=4$ 天。



## 第三节 单代号网络计划

### 三、关键工作及关键线路的确定

#### （一）利用关键工作确定关键线路★★★

如前所述，**总时差最小的工作为关键工作**。将这些关键工作相连，并保证相邻两项关键工作之间的时间间隔为0而构成的线路就是关键线路。

例如，在图5-9所示单代号网络计划中，由于工作B、工作E和工作I的总时差均为0,所以它们均为关键工作。

由网络计划的起点节点①和终点节点⑩与上述三项关键工作组成的线路上，相邻两项工作之间的时间间隔全部为0,故线路①→③→⑥→⑨→⑩为关键线路。



### 第三节 单代号网络计划

#### (二) 利用相邻两项工作之间的时间间隔确定关键线路



从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向依次找出相邻两项工作之间时间间隔为0的线路即为关键线路。例如，在图5-9所示单代号网络计划中，逆着箭线方向可以直接找出关键线路①→③→⑥→⑨→⑩，因为在这条线路上，相邻两项工作之间的时间间隔均为0。关键线路一旦确定，关键工作也就确定。

在单代号网络计划中，关键线路可以用粗箭线或双箭线标出，也可用彩色箭线标出。



## 第三节 单代号网络计划

### 四、试题示例

某工程单代号网络计划如图5-10所示（时间单位：天）。

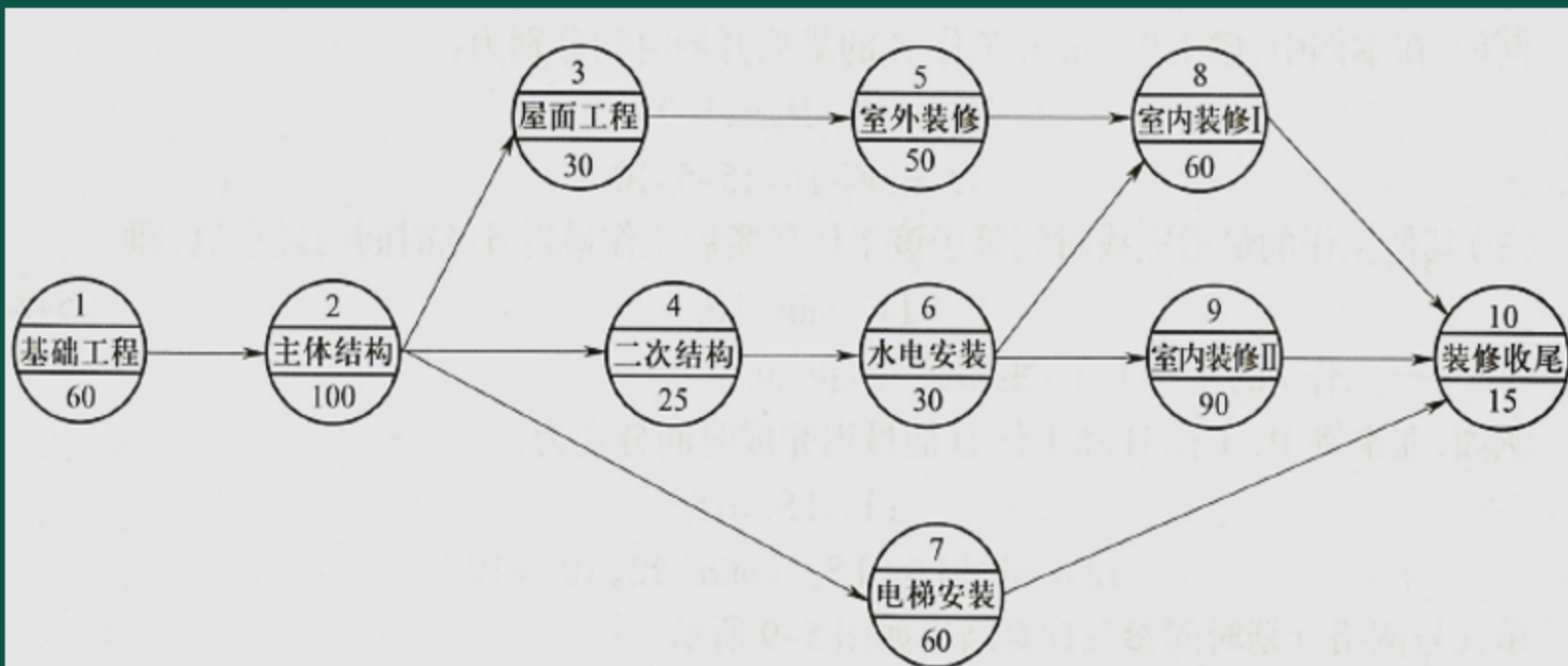


图 5-10 某工程单代号网络计划



### 第三节 单代号网络计划

(1) 下列工作中，属于关键工作的为（）。

- A. 水电安装
- B. 室内装修I
- C. 电梯安装
- D. 屋面工程



### 第三节 单代号网络计划

答案：A

解析：关键工作分别为基础工程、主体结构、二次结构、水电安装、室内装修Ⅱ、装修收尾。





### 第三节 单代号网络计划

(2) 本工程网络计划的计算工期为 ( ) 天。

A.235

B.290

C.315

D.320



### 第三节 单代号网络计划

答案：D

解析：关键线路为①→②→④→⑥→⑨→⑩,总工期为320

天。



### 第三节 单代号网络计划

(3) 关于工程网络计划中室内装修I工作时间参数的说法, 正确的为 ( )。

- A. 最早开始时间为第215天
- B. 最迟开始时间为第246天
- C. 总时差为30天
- D. 自由时差为5天



### 第三节 单代号网络计划

答案：B、D

解析：室内装修I的最迟开始时间为245天（实际上为第246天上班时刻），自由时差为5天。



### 第三节 单代号网络计划

(4) 本工程网络计划中, 水电安装工作与室内装修I工作之间的时间间隔为( )天。

- A.0
- B.10
- C.25
- D.30



### 第三节 单代号网络计划

答案：C

解析：水电安装工作与室内装修I工作之间的时间间隔  
 $=240-215=25$ （天）。



## 第四节

# 双代号时标网络计划



## 第四节 双代号时标网络计划

### 【本节主要内容】

- 一、时标网络计划的特点及绘制方法
- 二、时标网络计划中的时间参数判定
- 三、试题示例





## 第四节 双代号时标网络计划

### 一、时标网络计划的特点及绘制方法

#### （一）时标网络计划的特点★★★★

双代号时标网络计划（以下简称“时标网络计划”）必须以水平时间坐标为尺度来表示工作时间。

时间单位可以是小时、天、周、月、季度或年。



## 第四节 双代号时标网络计划

在时标网络计划中，以实箭线表示工作，其水平投影长度表示该工作的持续时间；以虚箭线表示虚工作，由于虚工作的持续时间为0,故只能垂直绘制；以波形线表示工作与其紧后工作之间的时间间隔。

当计划工期等于计算工期时，部分波形线的水平投影长度表示工作自由时差。

时标网络计划兼具网络计划的逻辑性与横道计划的直观性，能够清晰呈现时间参数。



## 第四节 双代号时标网络计划

### （二）时标网络计划绘制方法★★

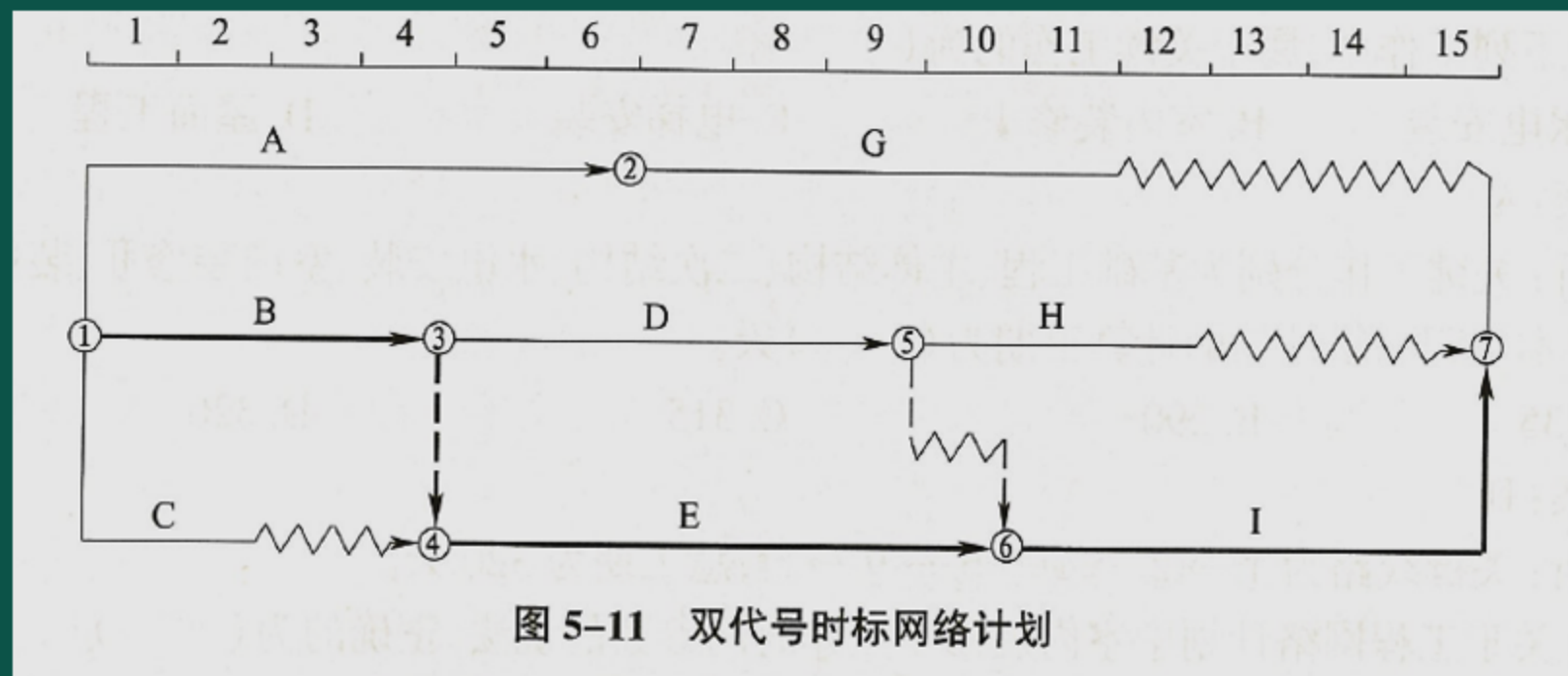
时标网络计划宜按各项工作的最早开始时间绘制，为此在绘制时标网络计划时，应使每一个节点和每一项工作（包括虚工作）尽量向左靠，直至不出现从右向左的逆向箭线为止。

绘制方法有间接绘制法和直接绘制法两种。

间接绘制法是先根据无时标的网络计划草图计算时间参数并确定关键线路，然后在时标网络计划表中进行绘制；直接绘制法则不计算时间参数，直接按无时标的网络计划草图绘制时标网络计划。



## 第四节 双代号时标网络计划





## 第四节 双代号时标网络计划

### 二、时标网络计划中的时间参数判定

#### （一）关键线路和计算工期的判定★★★★★

##### 1. 关键线路的判定

时标网络计划中的关键线路可从网络计划的终点节点开始，**逆着箭线方向进行判定。自始至终不出现波形线的线路即为关键线路。**

因为该线路上相邻两项工作之间的时间间隔全部为0。

例如，在图5-11所示时标网络计划中，线路

①→③→④→⑥→⑦即为关键线路。



## 第四节 双代号时标网络计划

### 2. 计算工期的判定

网络计划的计算工期应等于终点节点所对应的时标值与起点节点所对应的时标值之差。例如，图5-11所示双代号时标网络计划的计算工期为：

$$T=15-0=15$$



## 第四节 双代号时标网络计划

### （二）相邻两项工作之间时间间隔的判定★★★★★

除了以终点节点为完成节点的工作外，还可用工作箭线中波形线的水平投影长度表示工作与其紧后工作之间的时间间隔。例如，在图5-11所示双代号时标网络计划中，工作C和工作E之间的时间间隔为2,工作D和工作I之间的时间间隔为1,其他工作之间的时间间隔均为0。



## 第四节 双代号时标网络计划

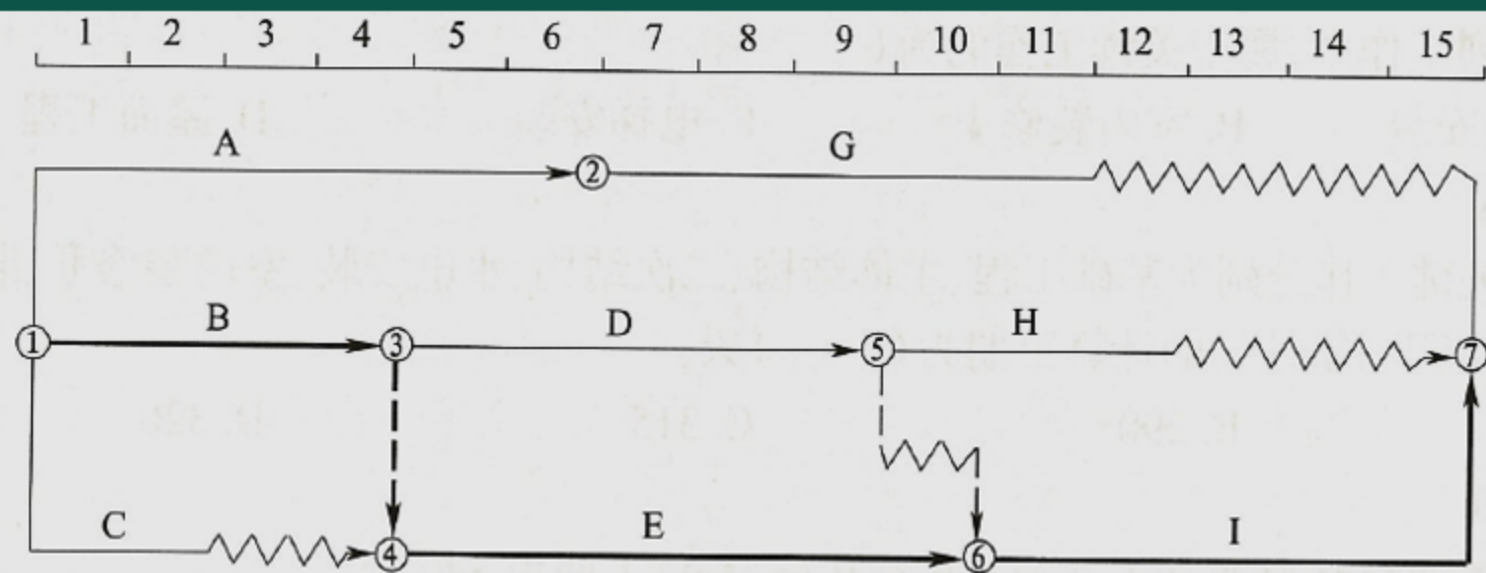


图 5-11 双代号时标网络计划





## 第四节 双代号时标网络计划

### （三）工作六个时间参数的判定★★★★★

#### 1.工作最早开始时间和最早完成时间的判定

工作最早开始时间是该工作箭线左端节点中心所对应的时标值。

工作最早完成时间分两种情况：

工作箭线上无波形线时，其右端节点中心所对应的时标值即为工作最早完成时间；

工作箭线上有波形线时，则工作箭线实线部分右端点所对应的时标值即为工作最早完成时间。

例如，在图5-11所示双代号时标网络计划中，工作A和工作H的最早开始时间分别为0和9,对应的最早完成时间分别为6和12。



## 第四节 双代号时标网络计划

### 2. 工作总时差的判定

在时标网络计划中，工作总时差应从网络计划的终点节点开始，逆着箭线方向依次进行判定。

(1) 以终点节点为完成节点的工作，其总时差应等于计划工期与本工作最早完成时间之差，即

$$TF_{i-n} = T_p - EF_{i-n}$$

式中：  $TF_{i-n}$ ——以网络计划终点节点n为完成节点的工作的总时差；

$EF_{i-n}$ ——以网络计划终点节点n为完成节点的工作的最早完成时间。



## 第四节 双代号时标网络计划

例如，在图5-11所示时标网络计划中，假设计划工期为15，则工作G、工作H和工作I的总时差分别为：

$$TF_{2-7} = T_p - EF_{2-7} = 15 - 11 = 4$$

$$TF_{5-7} = T_p - EF_{5-7} = 15 - 12 = 3$$

$$TF_{6-7} = T_p - EF_{6-7} = 15 - 15 = 0$$



## 第四节 双代号时标网络计划

(2) 其他工作的总时差等于其紧后工作的总时差加上本工作与该紧后工作之间的时间间隔所得之和的最小值，即

$$TF_{i-j} = \min \{TF_{j-k} + LAG_{i-j, j-k}\}$$

式中：  $TF_{j-k}$ ——工作  $i-j$  的紧后工作  $j-k$ （非虚工作）的总时差；

$LAG_{i-j, j-k}$ ——工作  $i-j$  与其紧后工作  $j-k$ （非虚工作）之间的时间间隔。



## 第四节 双代号时标网络计划

例如，在图5-11所示时标网络计划中，工作A、工作C和工作D的总时差分别为：

$$TF_{1-2} = TF_{2-7} + LAG_{1-2, 2-7} = 4 + 0 = 4$$

$$TF_{1-4} = TF_{4-6} + LAG_{1-4, 4-6} = 0 + 2 = 2$$

$$TF_{3-5} = \min \{ TF_{5-7} + LAG_{3-5, 5-7}, TF_{6-7} + LAG_{3-5, 6-7} \} = \min \{ 3 + 0, 0 + 1 \} = 1$$



## 第四节 双代号时标网络计划

### 3.工作自由时差的判定

(1) 以终点节点为完成节点的工作，其自由时差应等于计划工期与本工作最早完成时间之差，即

$$FF_{i-n} = T_p - EF_{i-n}$$



## 第四节 双代号时标网络计划

例如，在图5-11所示时标网络计划中，工作G、工作H和工作I的自由时差分别为：

$$FF_{2-7} = T_p - EF_{2-7} = 15 - 11 = 4$$

$$FF_{5-7} = T_p - EF_{5-7} = 15 - 12 = 3$$

$$FF_{6-7} = T_p - EF_{6-7} = 15 - 15 = 0$$

事实上，以终点节点为完成节点的工作，其自由时差与总时差必然相等。



## 第四节 双代号时标网络计划

(2) 其他工作的自由时差就是该工作箭线中波形线的水平投影长度。

当工作之后只紧接虚工作时，则该工作箭线上一定不存在波形线，而其紧接的虚箭线中波形线水平投影长度的最短者为该工作的自由时差。

例如，在图5-11所示双代号时标网络计划中，工作A、工作B、工作D和工作E的自由时差均为0，而工作C的自由时差为2。





## 第四节 双代号时标网络计划

### 4.工作最迟开始时间和最迟完成时间的判定

(1) 工作的最迟开始时间等于本工作的最早开始时间与其总时差之和，即

$$LS_{i-j}=ES_{i-j}+TF_{i-j}$$



## 第四节 双代号时标网络计划

例如，在图5-11所示的双代号时标网络计划中，工作A、工作C、工作D、工作G和工作H的最迟开始时间分别为：

$$LS_{1-2}=ES_{1-2}+TF_{1-2}=0+4=4$$

$$LS_{1-4}=ES_{1-4}+TF_{1-4}=0+2=2$$

$$LS_{3-5}=ES_{3-5}+TF_{3-5}=4+1=5$$

$$LS_{2-7}=ES_{2-7}+TF_{2-7}=6+4=10$$

$$LS_{5-7}=ES_{5-7}+TF_{5-7}=9+3=12$$



## 第四节 双代号时标网络计划

(2) 工作的最迟完成时间等于本工作的最早完成时间与其总时差之和，即

$$LF_{i-j} = EF_{i-j} + TF_{i-j}$$



## 第四节 双代号时标网络计划

例如，在图5-11所示双代号时标网络计划中，工作A、工作C、工作D、工作G和工作H的最迟完成时间分别为：

$$LF_{1-2}=EF_{1-2}+TF_{1-2}=6+4=10$$

$$LF_{1-4}=EF_{1-4}+TF_{1-4}=2+2=4$$

$$LF_{3-5}=EF_{3-5}+TF_{3-5}=9+1=10$$

$$LF_{2-7}=EF_{2-7}+TF_{2-7}=11+4=15$$

$$LF_{5-7}=EF_{5-7}+TF_{5-7}=12+3=15$$

图5-11所示双代号时标网络计划中时间参数的判定结果应与图5-9所示单代号网络计划时间参数的计算结果完全一致。



## 第四节 双代号时标网络计划

### 三、试题示例

某工程双代号时标网络计划如图5-12所示。

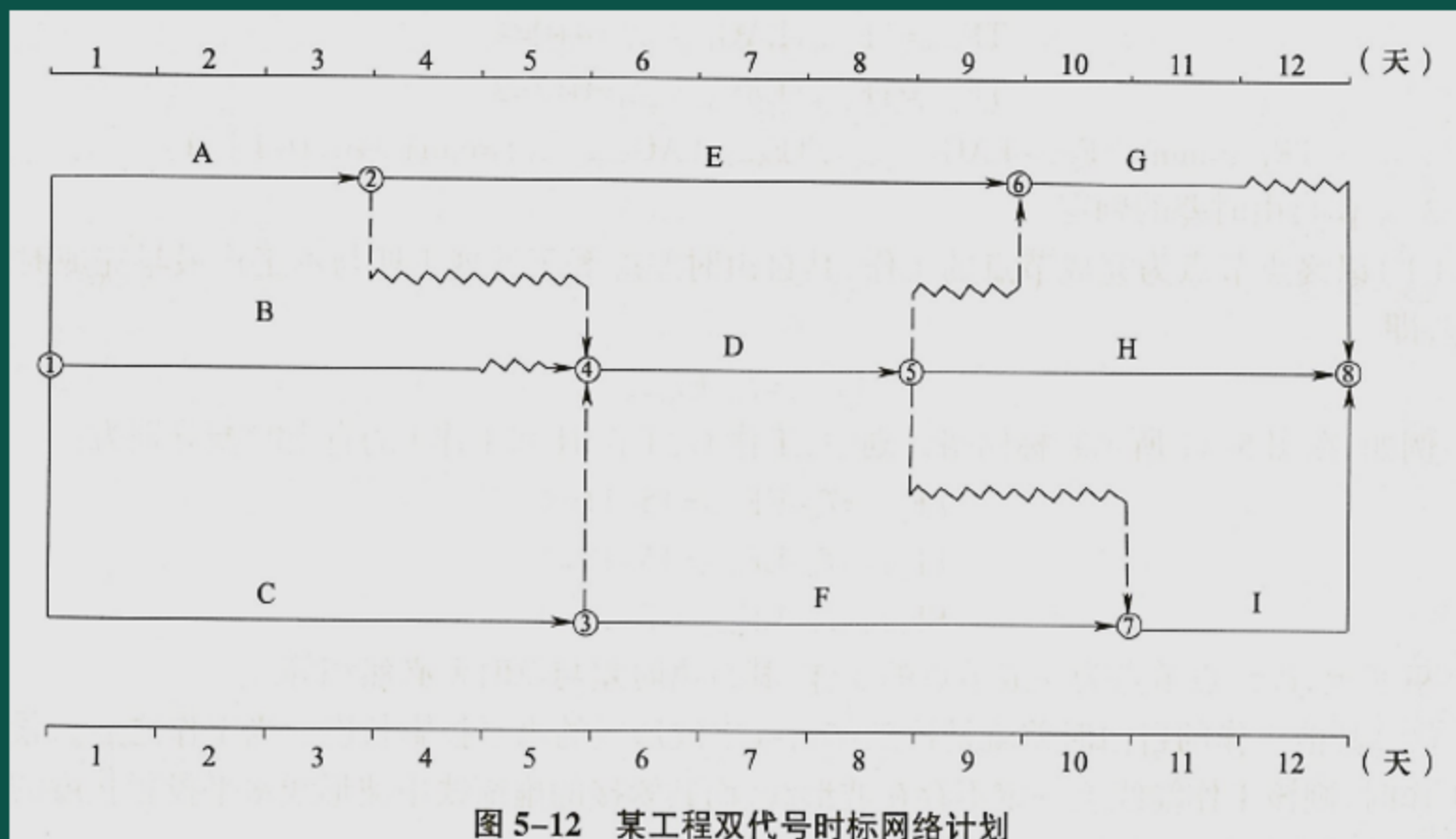


图 5-12 某工程双代号时标网络计划



## 第四节 双代号时标网络计划

(1) 本工程网络计划中工作A的总时差为 ( ) 天。

A.0

B.1

C.2

D.3



## 第四节 双代号时标网络计划

答案：B

解析：关键线路为①→③→⑦→⑧和①→③→④→⑤→⑧，  
工作A的最大机动时间为1天。



## 第四节 双代号时标网络计划

(2) 本工程网络计划中工作B的自由时差为 ( ) 天。

A.0

B.1

C.2

D.3





## 第四节 双代号时标网络计划

答案：B

解析：工作B的波形线长度为1天。



## 第四节 双代号时标网络计划

(3) 下列工作中，属于关键工作的为（）。

- A.工作C
- B.工作D
- C.工作E
- D.工作H



## 第四节 双代号时标网络计划

答案：A、B、D

解析：关键工作为工作C、D、F、H、I。



## 第四节 双代号时标网络计划

(4) 本工程网络计划中，自由时差与总时差不相等的工作为（）。

- A.工作E
- B.工作F
- C.工作G
- D.工作H



## 第四节 双代号时标网络计划

答案：A

解析：工作E总时差为1天，自由时差为0天。