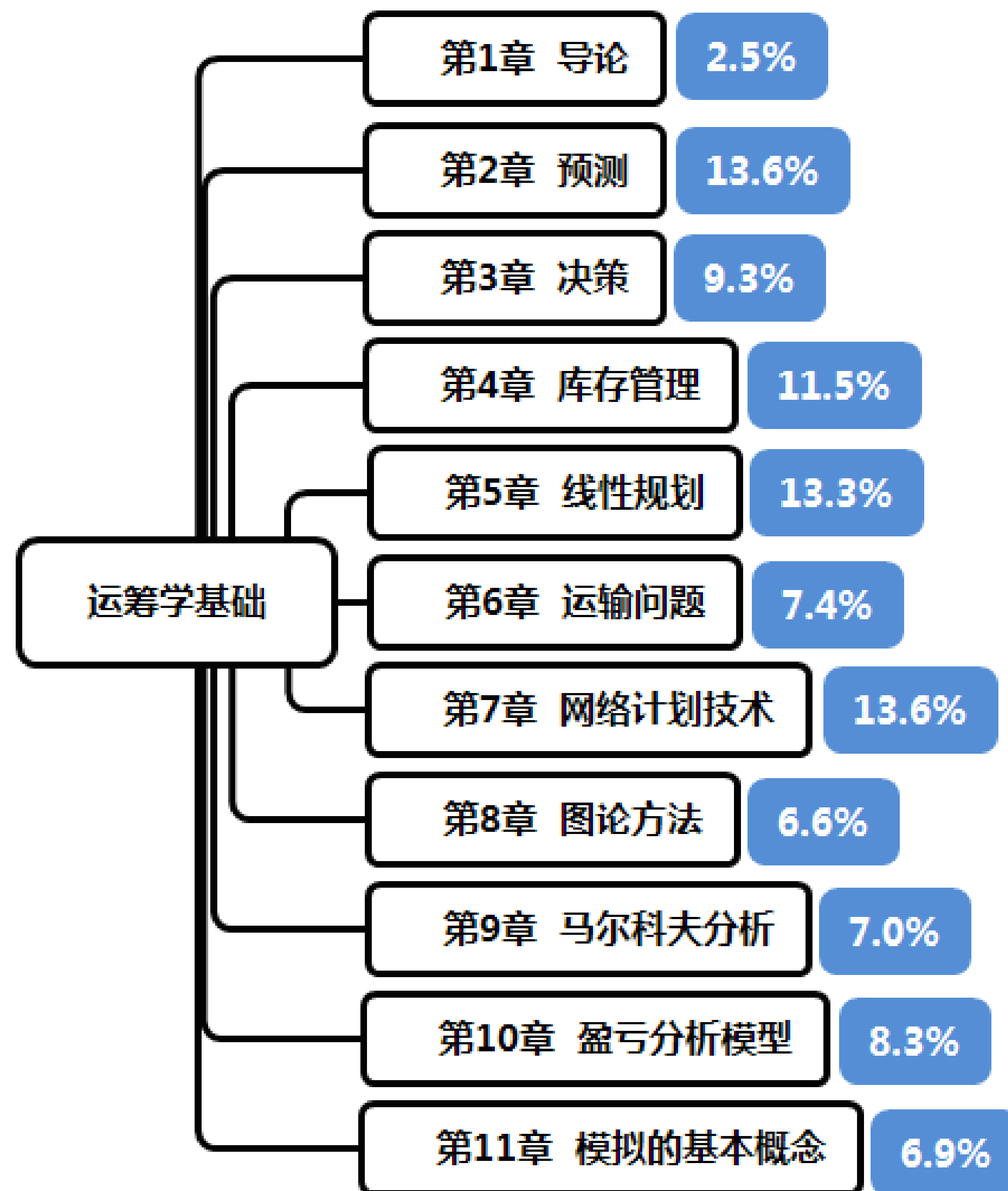
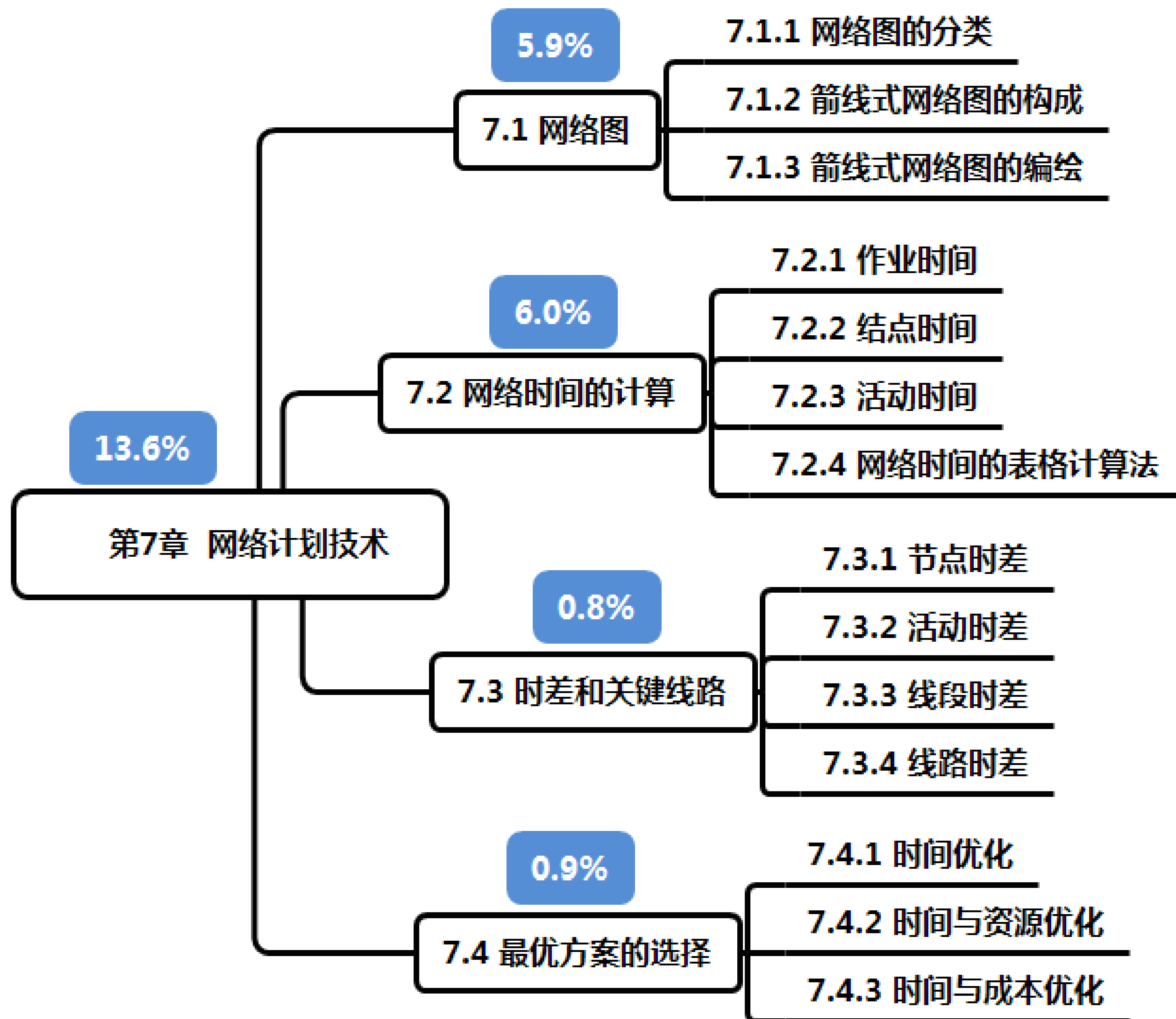


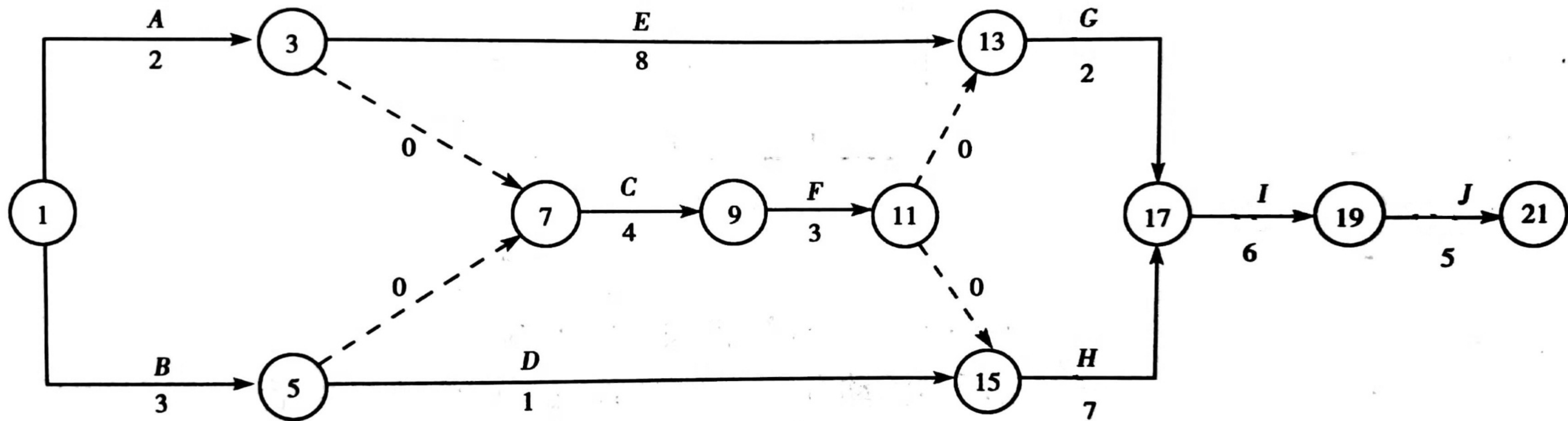
运筹学基础







7.2.1 作业时间



7.2.1 作业时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间

7.2.2 结点时间

7.2.3 活动时间

7.2.4 网络时间的表格算法

➤ 网络时间的计算方法：**图上算法**、（表格算法、矩阵算法）

➤ 图上算法需要用到的符号：

选择/填空

7.2.1 作业时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间

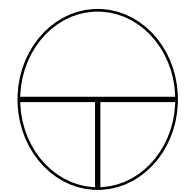
7.2.2 结点时间

7.2.3 活动时间

7.2.4 网络时间的表格算法

➤ 网络时间的计算方法：**图上算法**、（表格算法、矩阵算法）

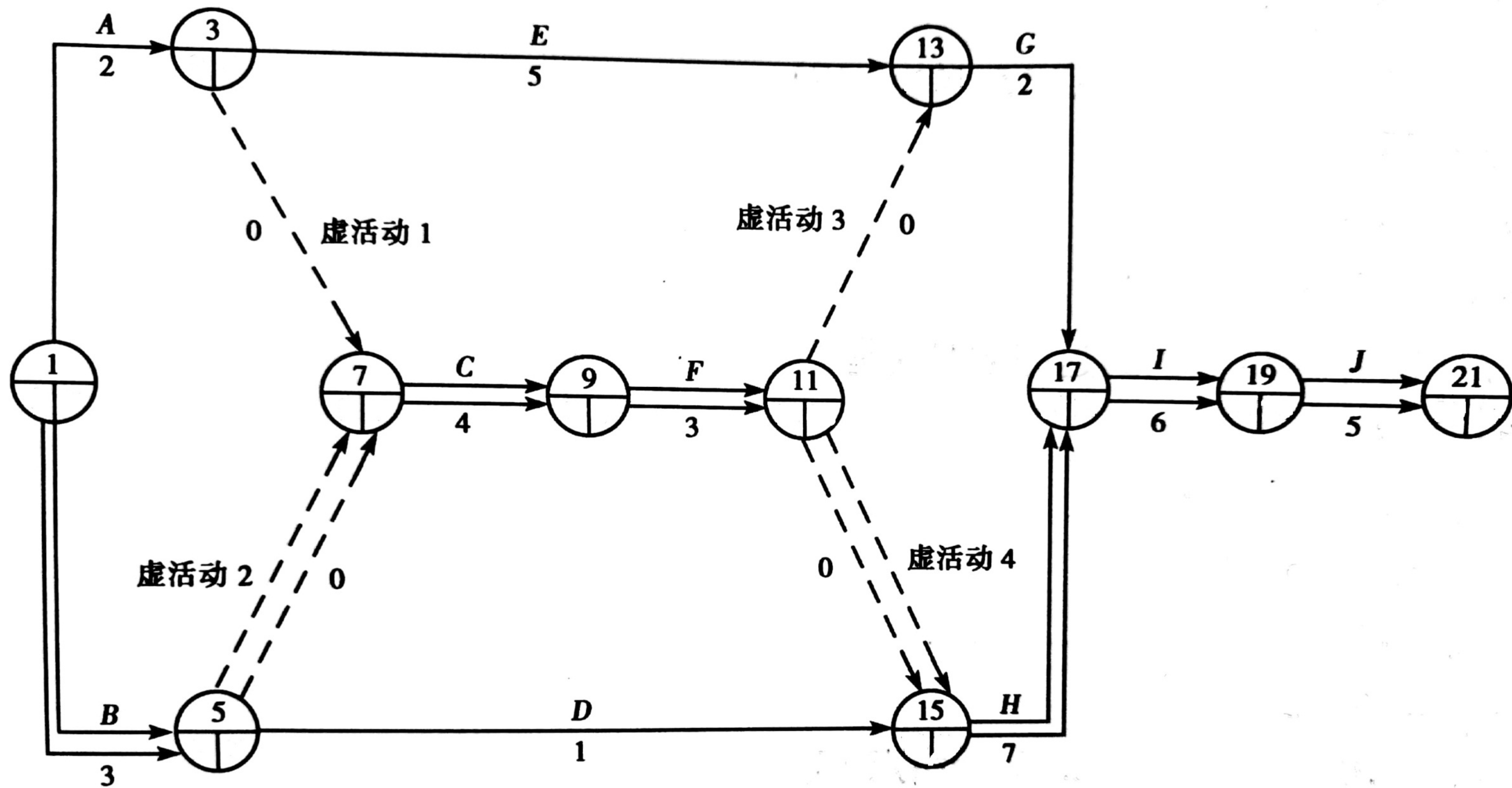
➤ 图上算法需要用到的符号：

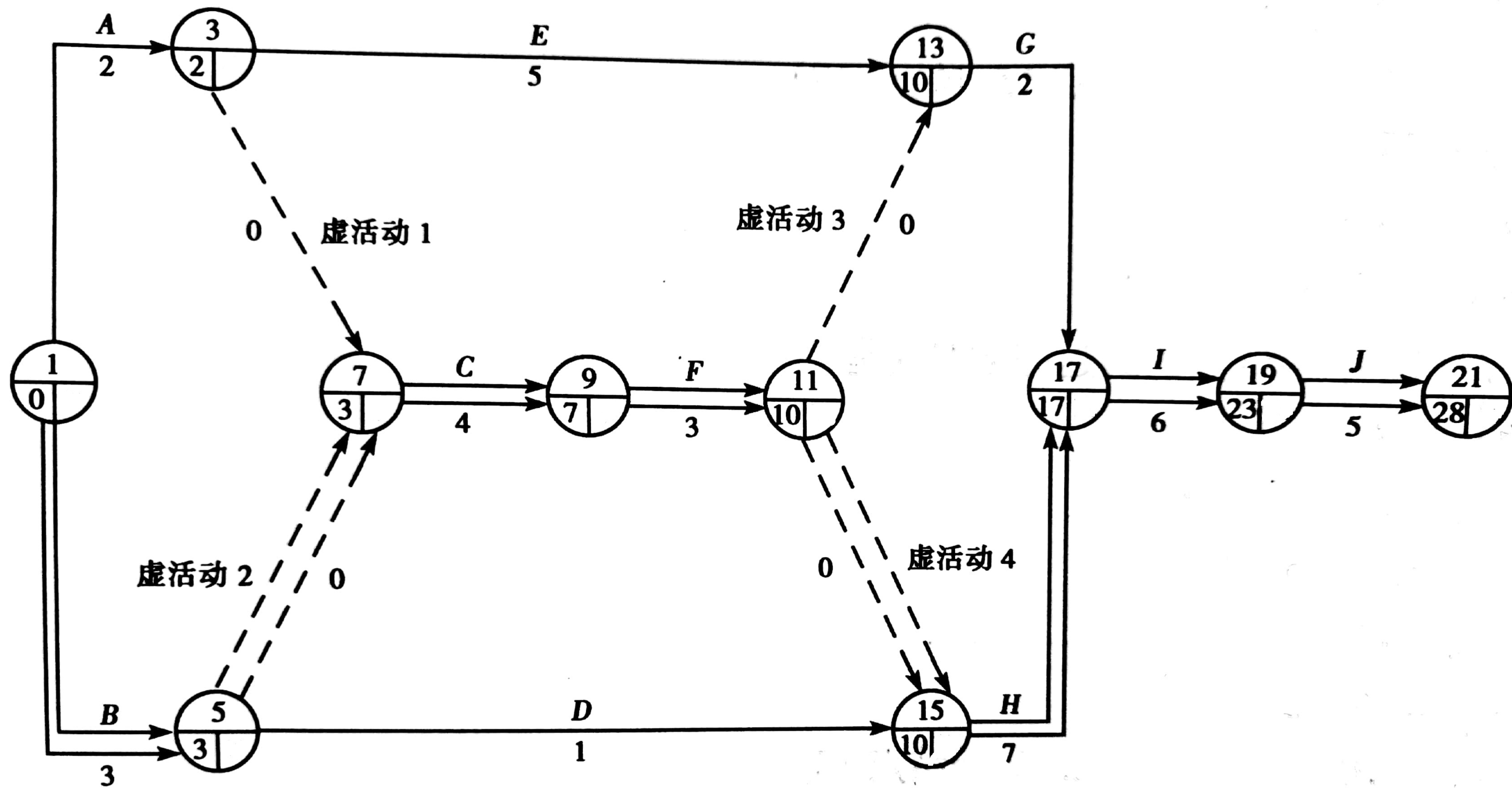


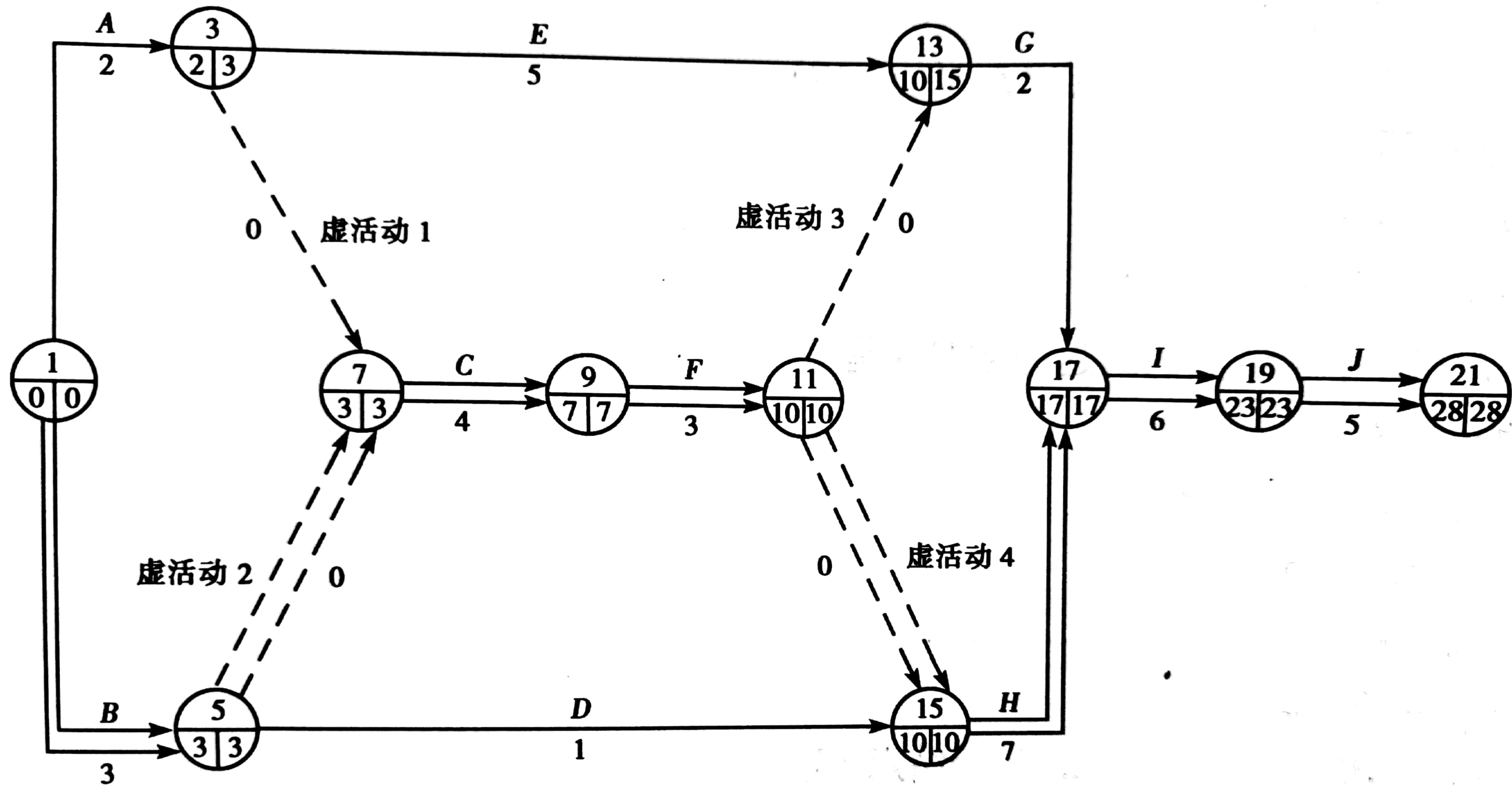
——结点符号：

圆圈的上半方——结点号；下半部分的左侧——该结点的**最早开始时间**值，右侧——该结点的**最迟完成时间**值。

选择/填空







7.2.1 作业时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间

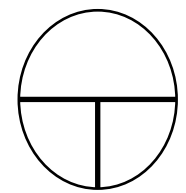
7.2.2 结点时间

7.2.3 活动时间

7.2.4 网络时间的表格算法

➤ 网络时间的计算方法：**图上算法**、（表格算法、矩阵算法）

➤ 图上算法需要用到的符号：



——结点符号：

圆圈的上半方——结点号；下半部分的左侧——该结点的**最早开始时间**值，右侧——该结点的**最迟完成时间**值。



——活动最早开始时间、最早完成时间

选择/填空

7.2.1 作业时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间
7.2.2 结点时间
7.2.3 活动时间
7.2.4 网络时间的表格算法

➤ 网络时间的计算方法：**图上算法**、（表格算法、矩阵算法）

➤ 图上算法需要用到的符号：

 —— 结点符号：

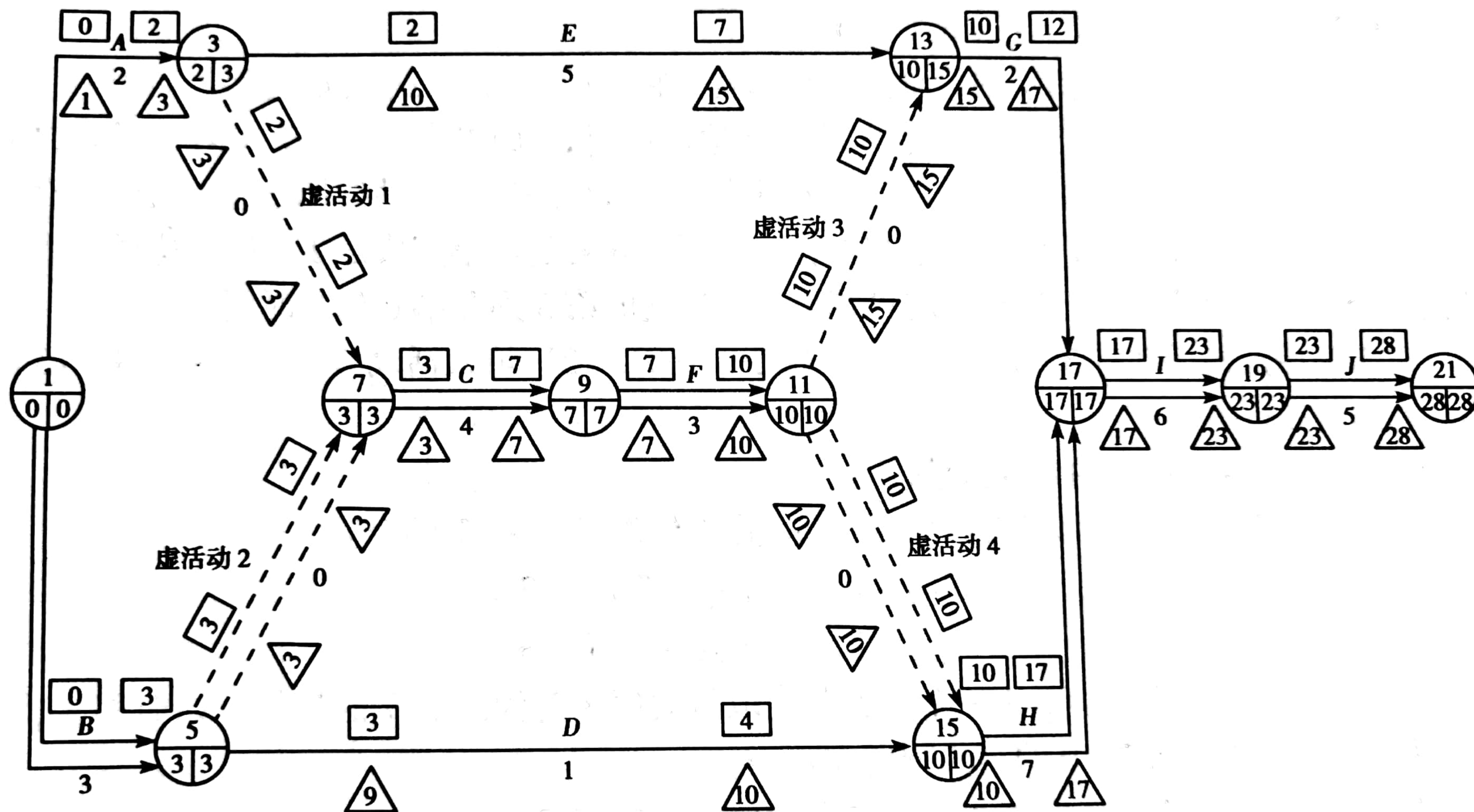
圆圈的上半方——结点号；下半部分的左侧——该结点的**最早开始时间**值，右侧——该结点的**最迟完成时间**值。

 —— 活动最早开始时间、最早完成时间

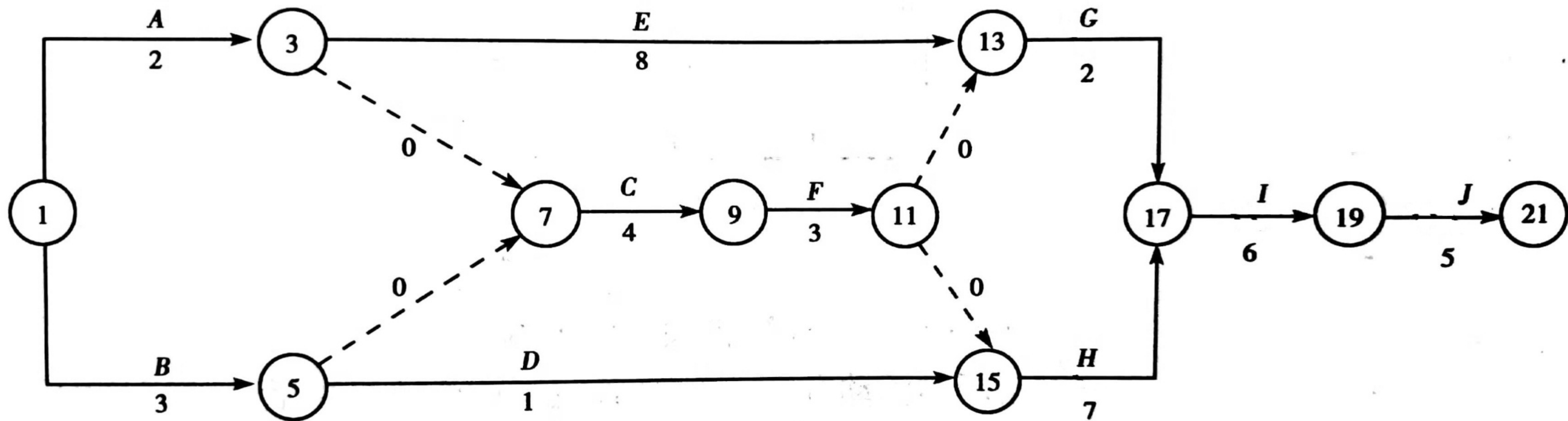
 —— 活动最迟开始时间、最迟完成时间

选择/填空

7.2.1 作业时间



7.2.1 作业时间



7.2.1 作业时间

- **作业时间**就是在一定的生产技术条件下，完成一项活动或一道工序所需的时间。
- 符号 $T_{i,j}$ 表示 $i \rightarrow j$ 这项活动的作业时间。
- 确定作业时间有两种方法：
 - (1) 单一时间估计法：在估计各项活动的作业时间时，只确定一个时间值。

7.2.1 作业时间

➤ 确定作业时间有两种方法：

(1) 单一时间估计法：在估计各项活动的作业时间时，只确定一个时间值。

(2) 三种时间估计法就是在估计各项活动的作业时间时，先估计出三个时间值，然后再求出完成该活动的作业时间。三个时间值是：

① 最乐观时间——可能最短的时间 a

② 最保守时间——可能最长的时间 b

③ 最可能时间——正常条件下，可能性最大的时间 m

$$T_{i,j} = \frac{a + b + 4m}{6}$$

选择/填空

网络图中，一定生产技术条件下，完成一项活动或一道工序所需时间，称为（ ）

A:作业时间

B:最乐观时间

C:最保守时间

D:最可能时间

【答案】：A

网络图中，完成一项活动可能最短的时间，称为（ ）

A:作业时间

B:最乐观时间

C:最保守时间

D:最可能时间

【答案】：B

网络图中，正常条件下完成一项活动可能性最大的时间，称为（ ）

A:作业时间

B:最乐观时间

C:最保守时间

D:最可能时间

【答案】：D

网络中某个作业所需要的时间，最乐观的估计为a天，最保守的估计为b天，最可能的估计为m天，则该作业的三种时间估计法的估计值是()

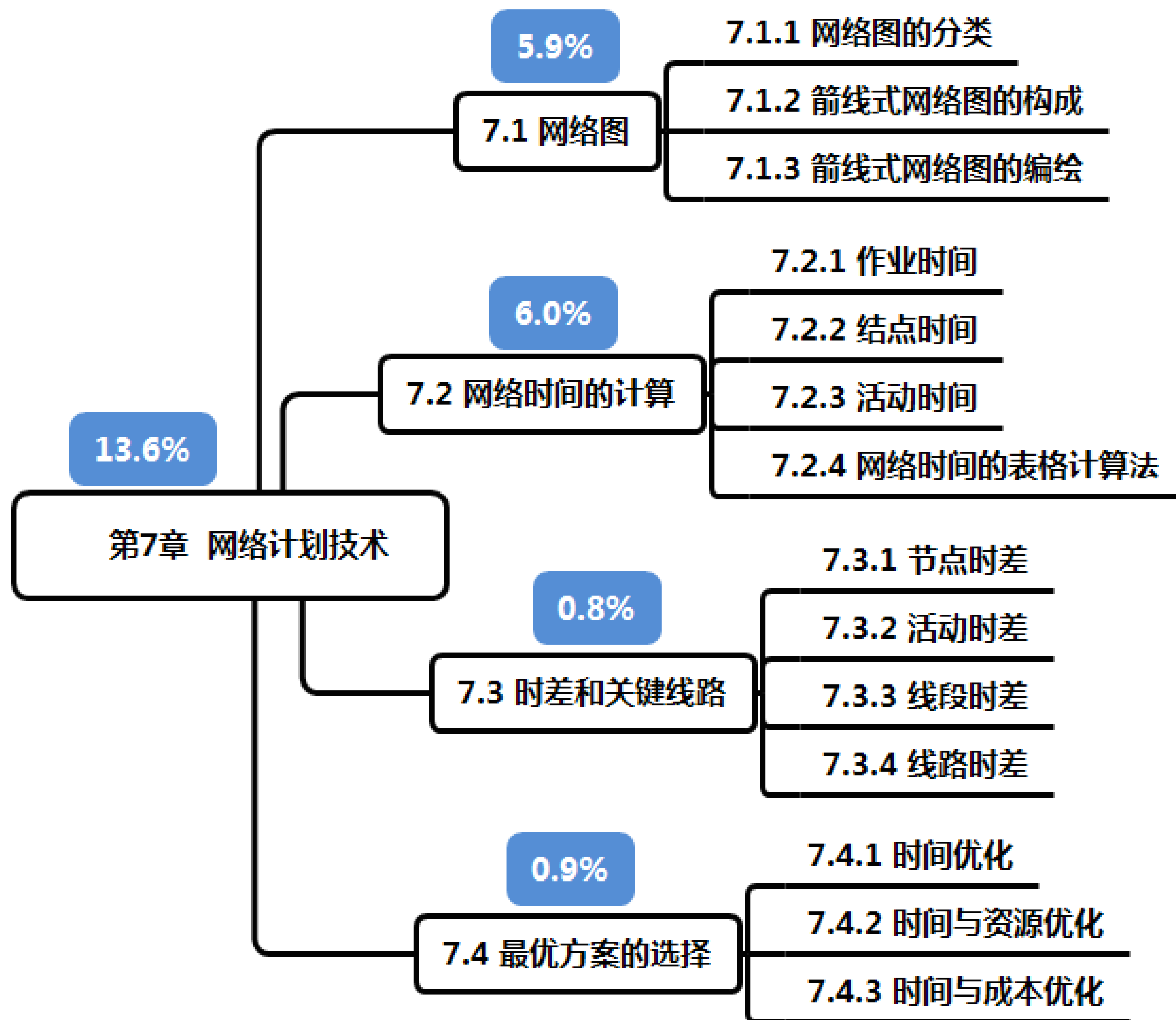
A: $a+b-m$

B: $(a+b+m)/3$

C: $(a+b+2m)/4$

D: $(a+b+4m)/6$

【答案】：D



Time

Early

早

Late

晚

Start

开始

Finish

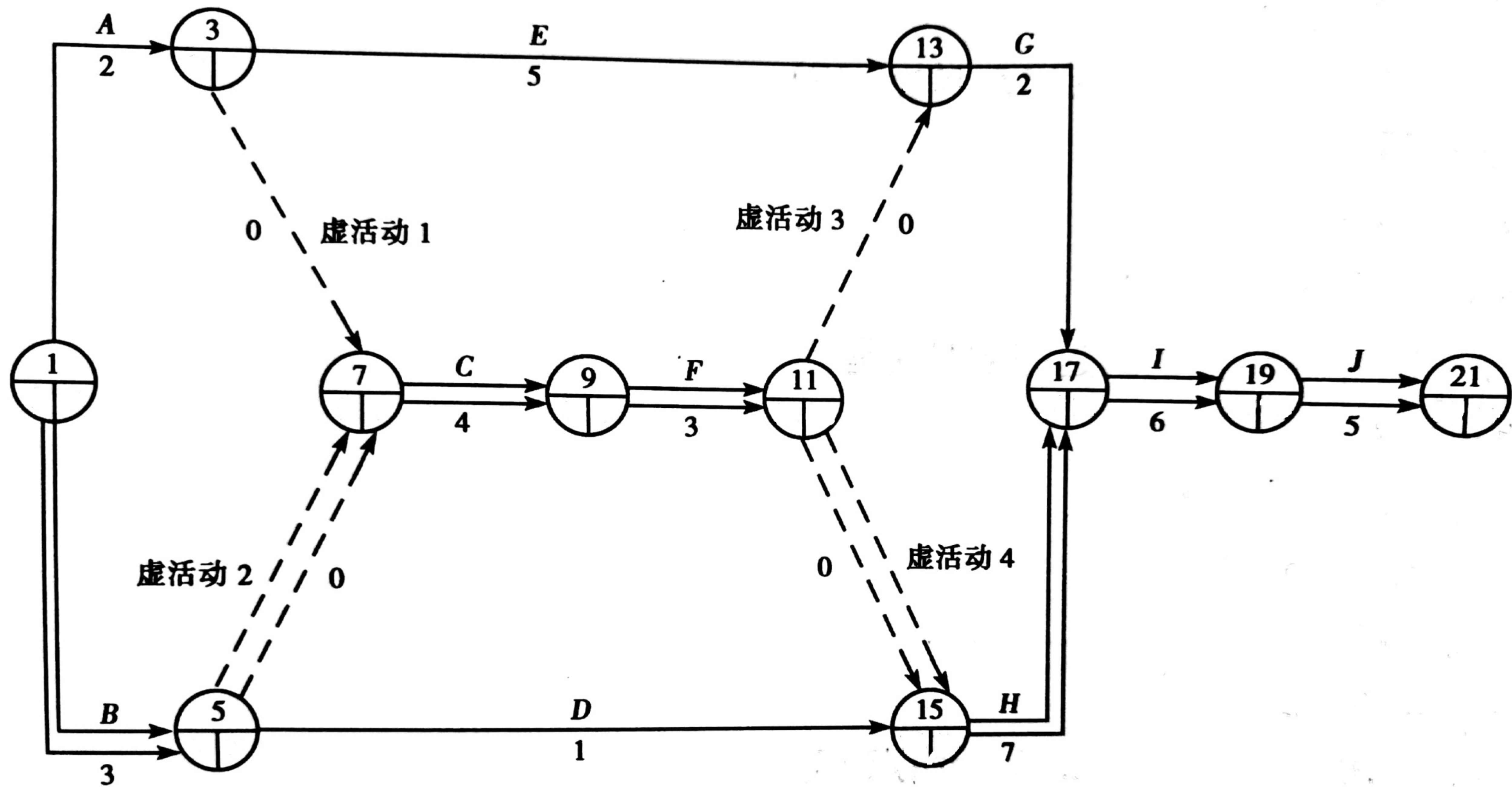
完成

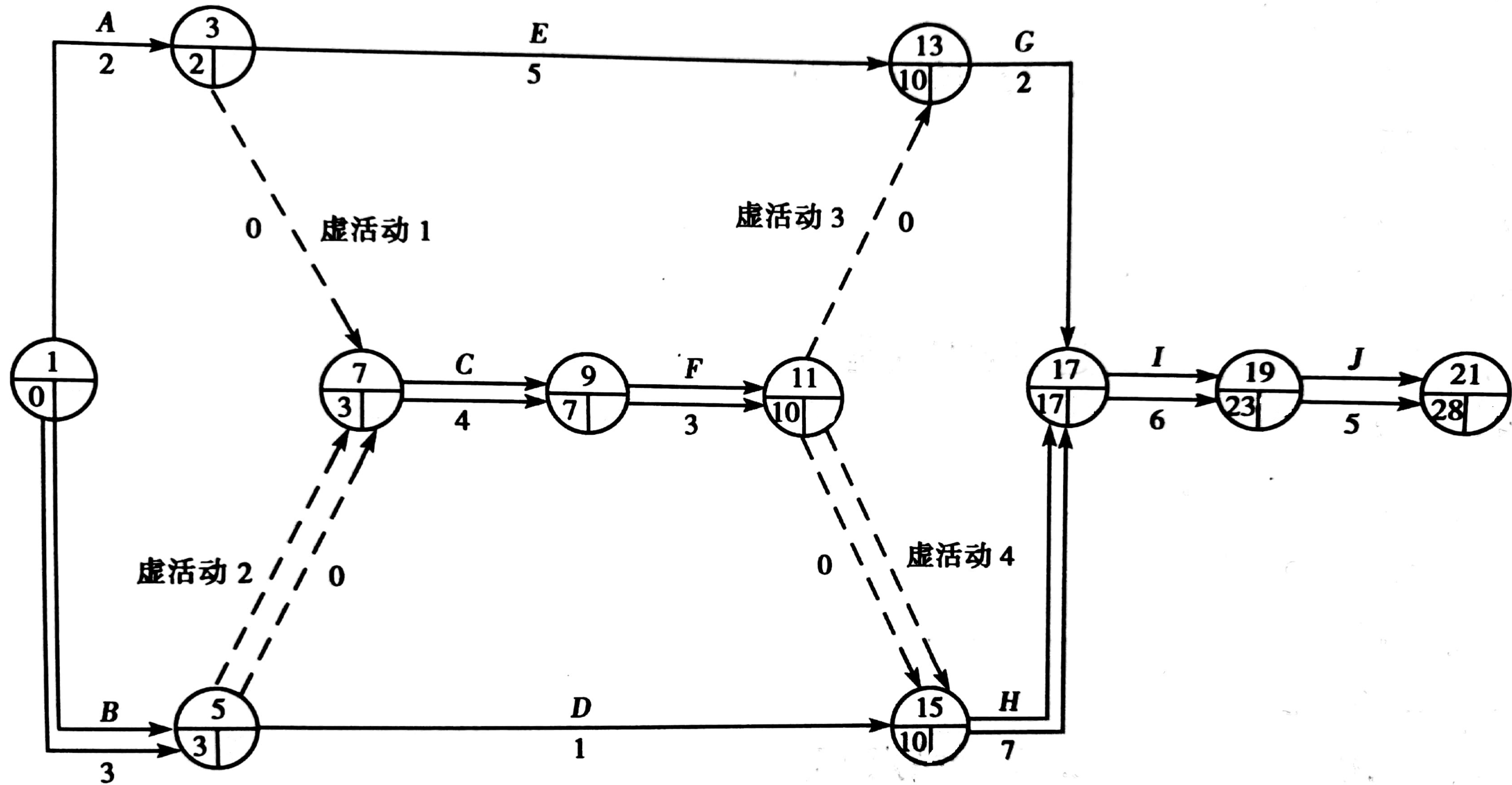
7.2.2 结点时间

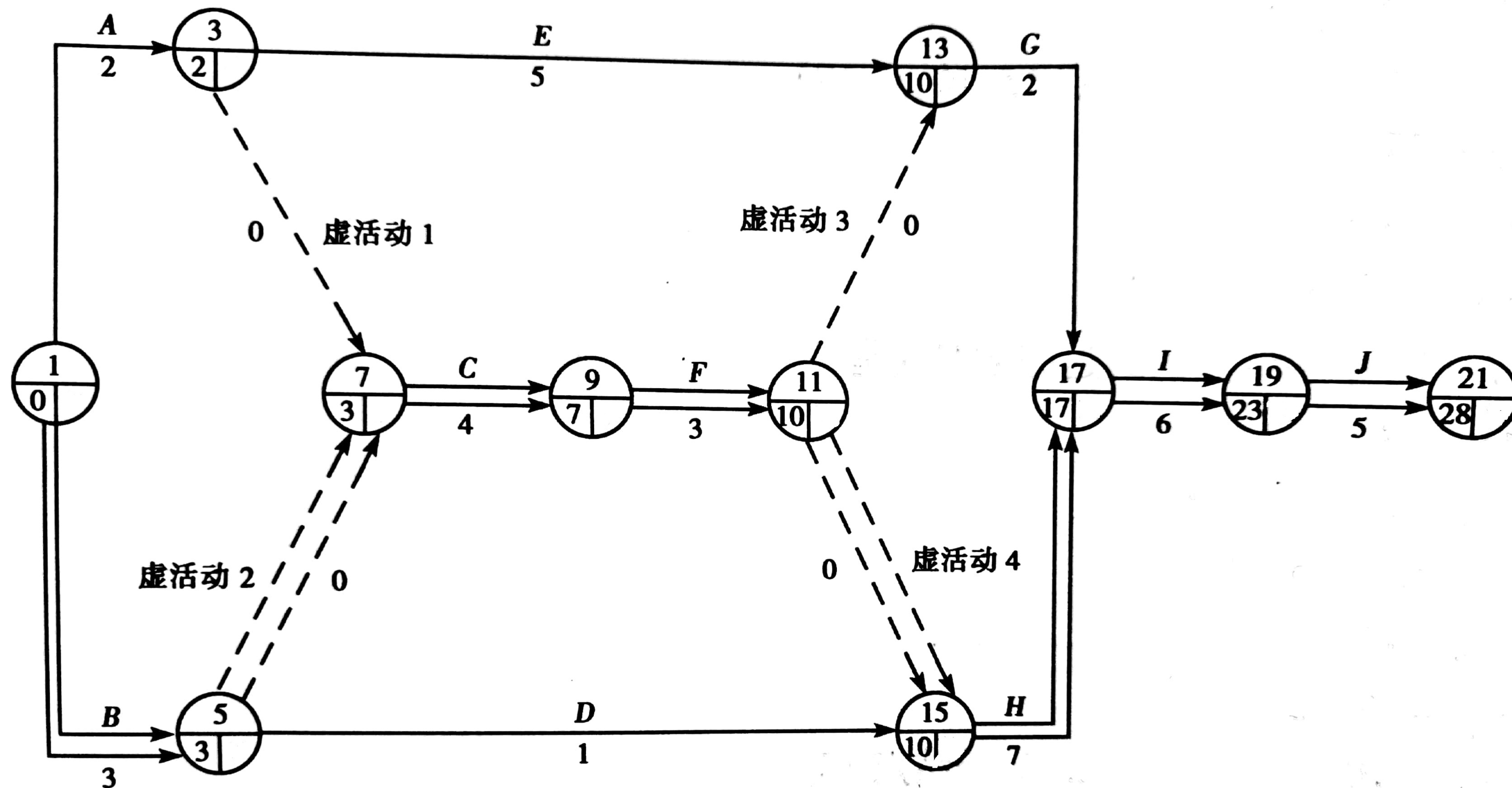
- **结点最早开始时间**：
- 因为结点不占用时间，所以一个结点的**最早开始时间**和**最早完成时间**是同一个时间。
- 计算结点的最早开始时间应从网络的**始点**开始，自左向右，**顺着**箭线的方向，逐个计算，直至网络的终点。
- 结点*j*最早开始时间的计算公式：

$$ES_j = \max_{i < j} \{ES_i + T_{i,j}\}$$

也就是说，只有当完成时间最长的活动完成时，结点*j*后面的活动才能开始。







计算 ES_3 时，只有一个活动进入结点3，所以 $ES_3 = ES_1 + T_{1,3}$

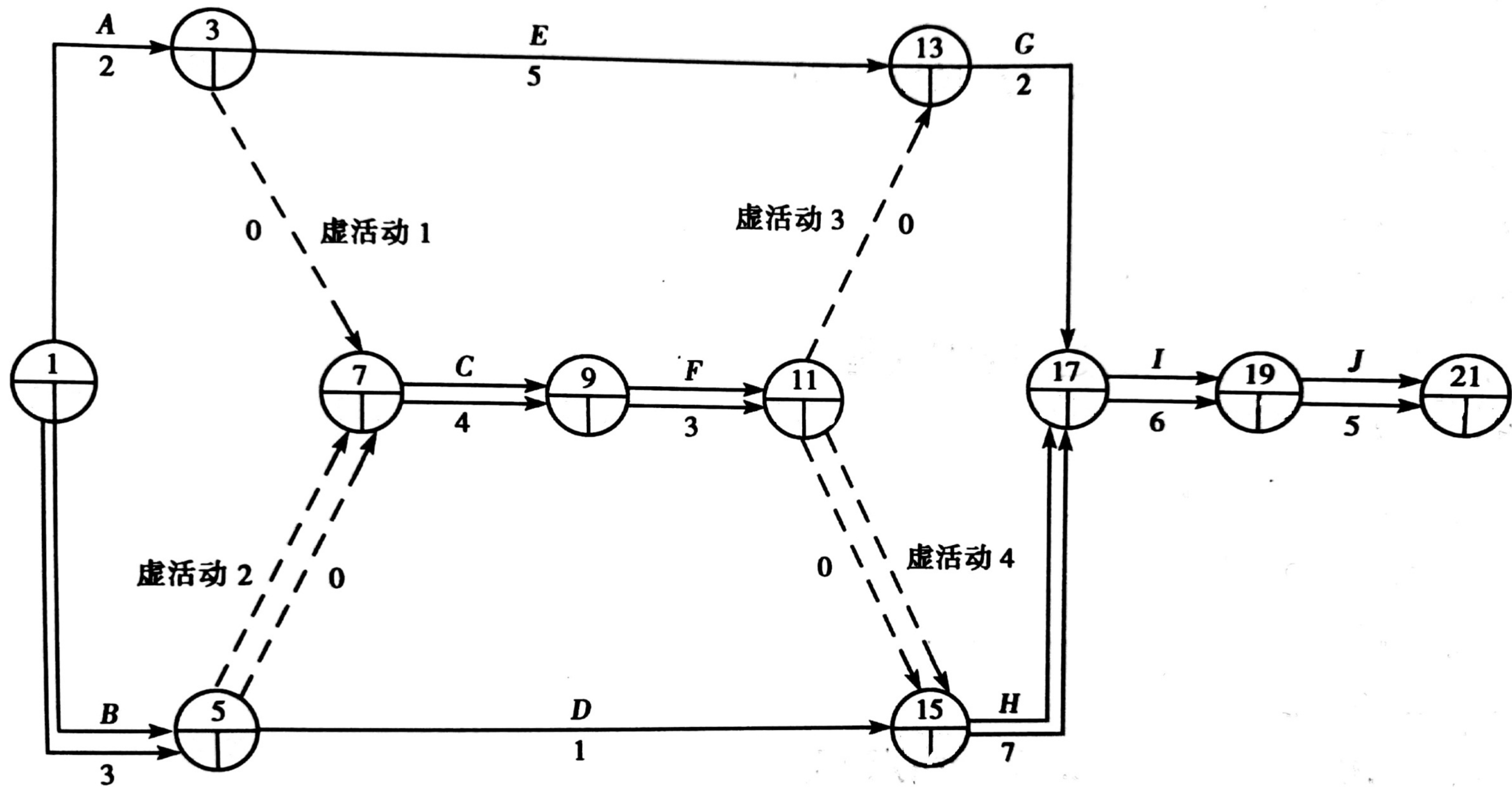
计算 ES_7 时，有两个活动进入结点7，所以 ES_7 等于 $ES_3 + T_{3,7}$ 和 $ES_5 + T_{5,7}$ 中最大值

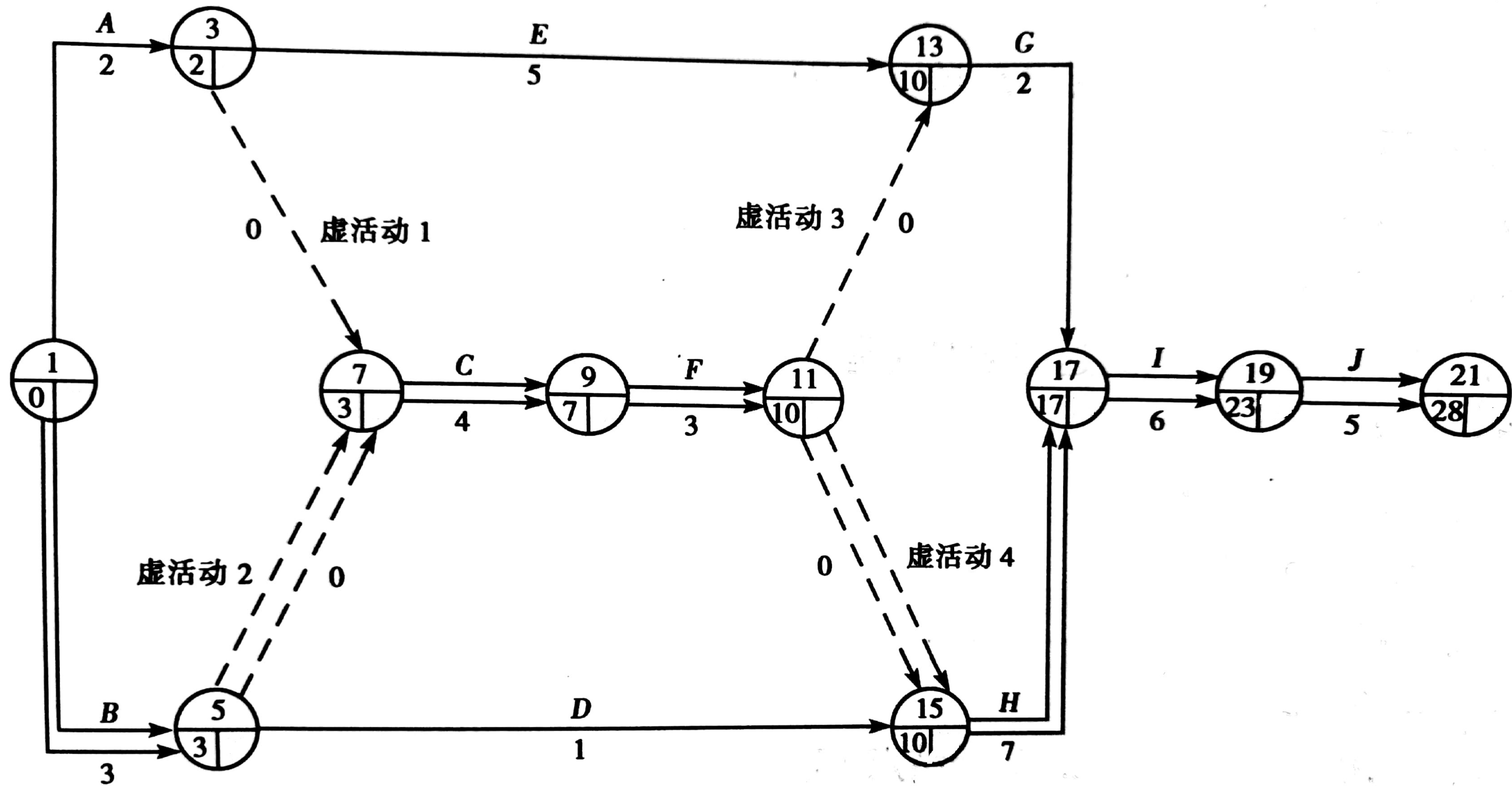
7.2.2 结点时间

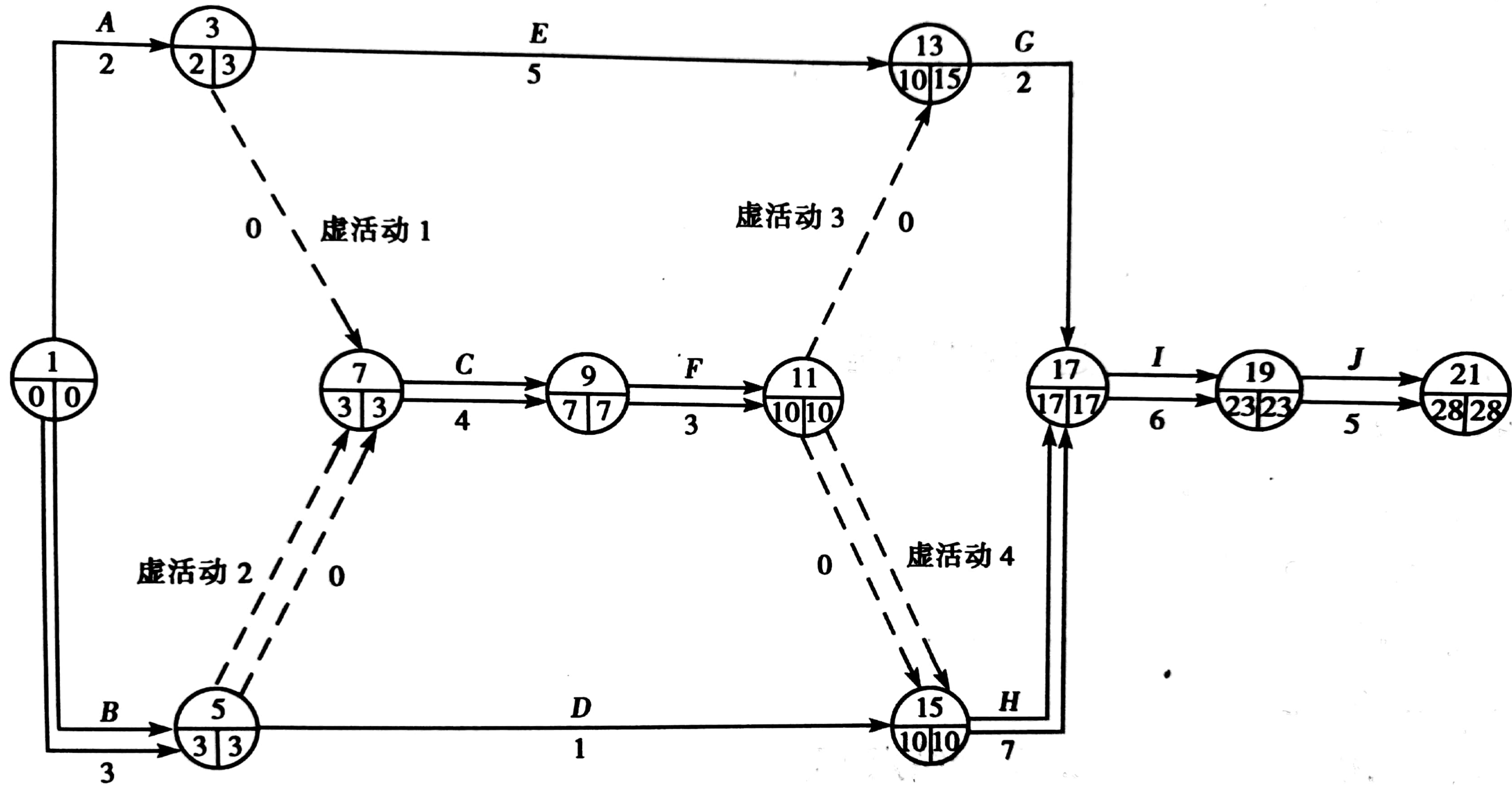
- **结点最迟完成时间：**
- 因为结点不占用时间，所以一个结点的**最迟完成**时间和**最迟开始**时间是同一个时间。
- 计算结点的最迟完成时间应从网络的**终点**开始，自右向左，**逆着**箭线的方向，逐个计算，直至网络的始点。
- 结点*j*最迟完成时间的计算公式：

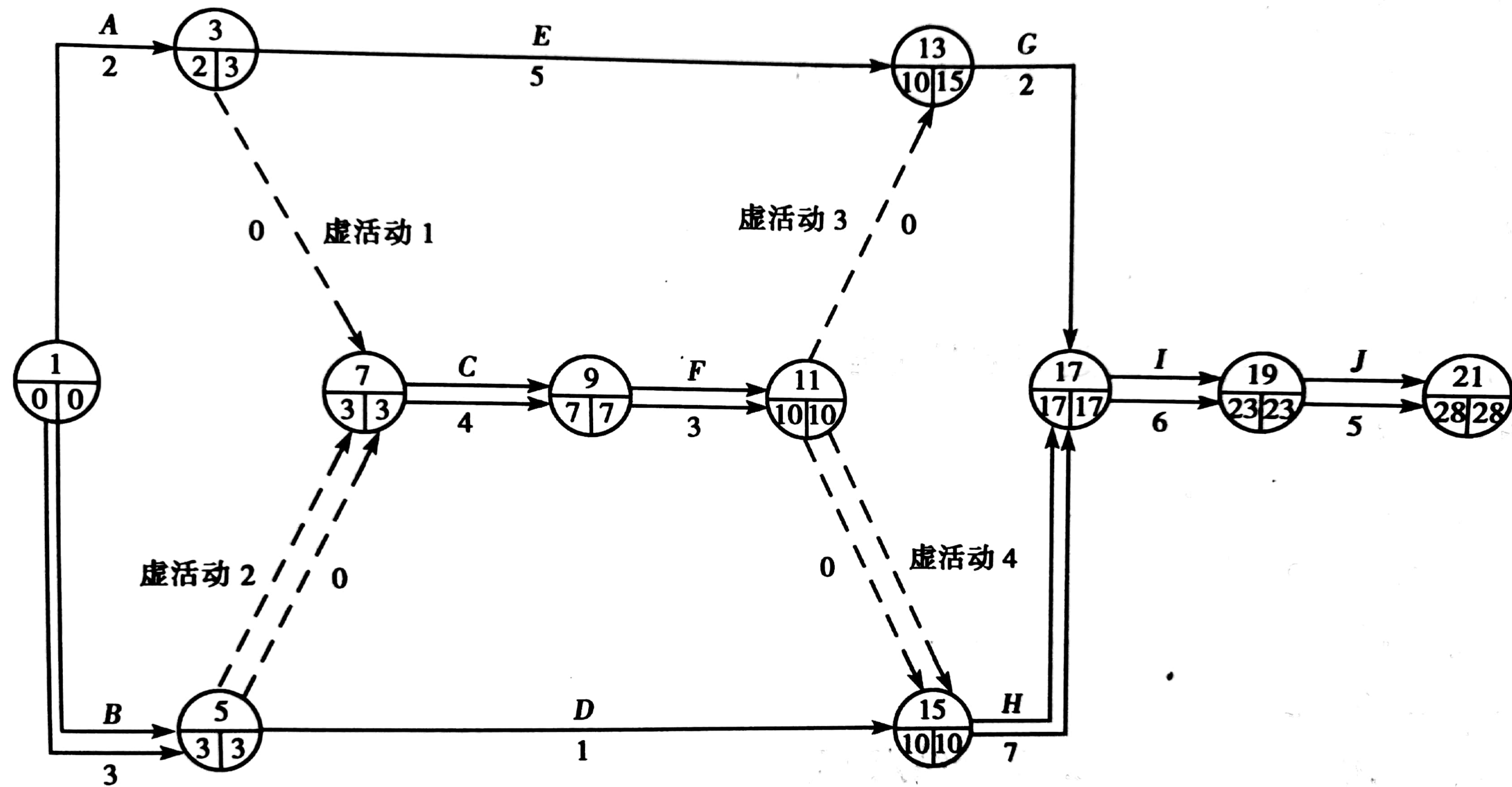
$$LF_j = \min_{j < i} \{LF_i - T_{i,j}\}$$

也就是说，为了保证开始时间最早的活动能按时开始工作，要求结点*j*以前的全部活动最迟必须在这个最早的时间完成。







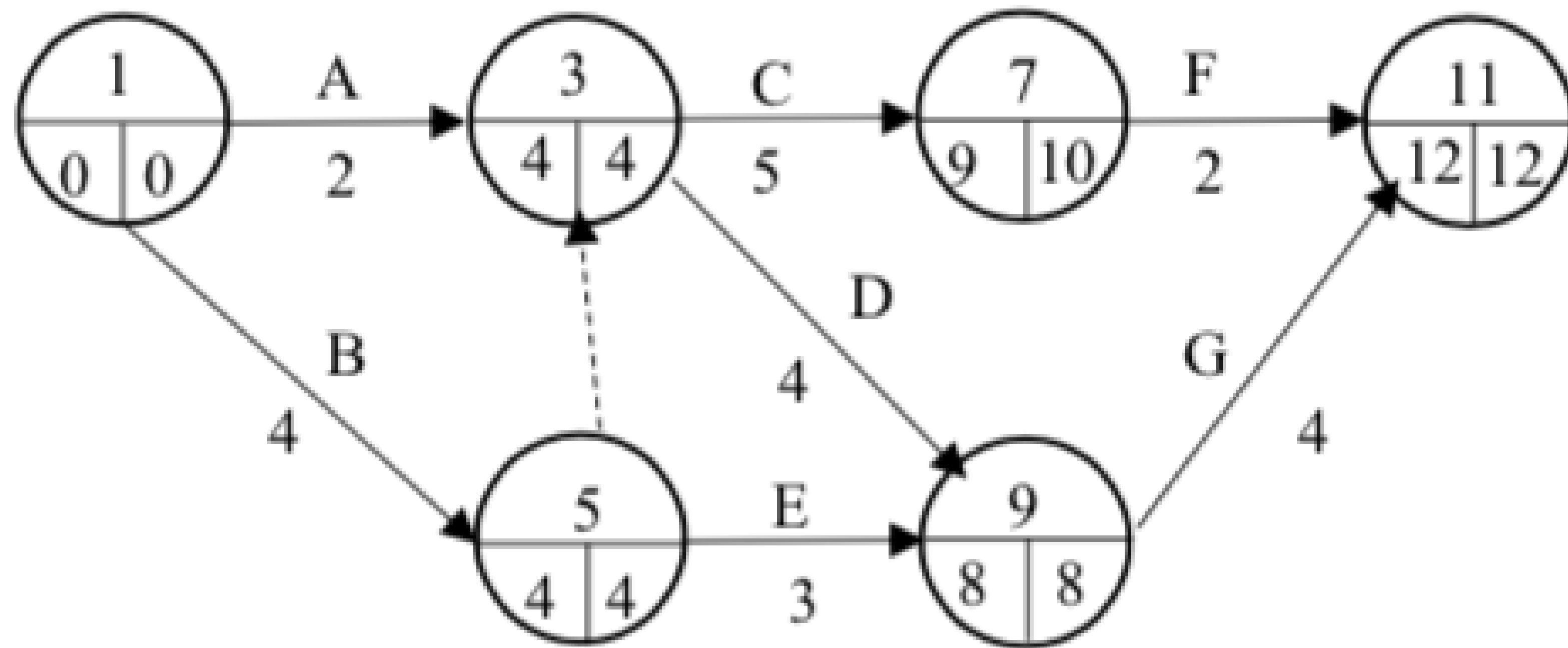


计算 LF_{17} 时，只有一个活动从结点17出发，所以 $LF_{17} = LF_{19} - T_{17,19}$

计算 LF_{11} 时，有两个活动从结点11出发，所以 LF_{11} 等于 $LF_{15} - T_{11,15}$ 和 $LF_{13} - T_{10,13}$ 中最小值

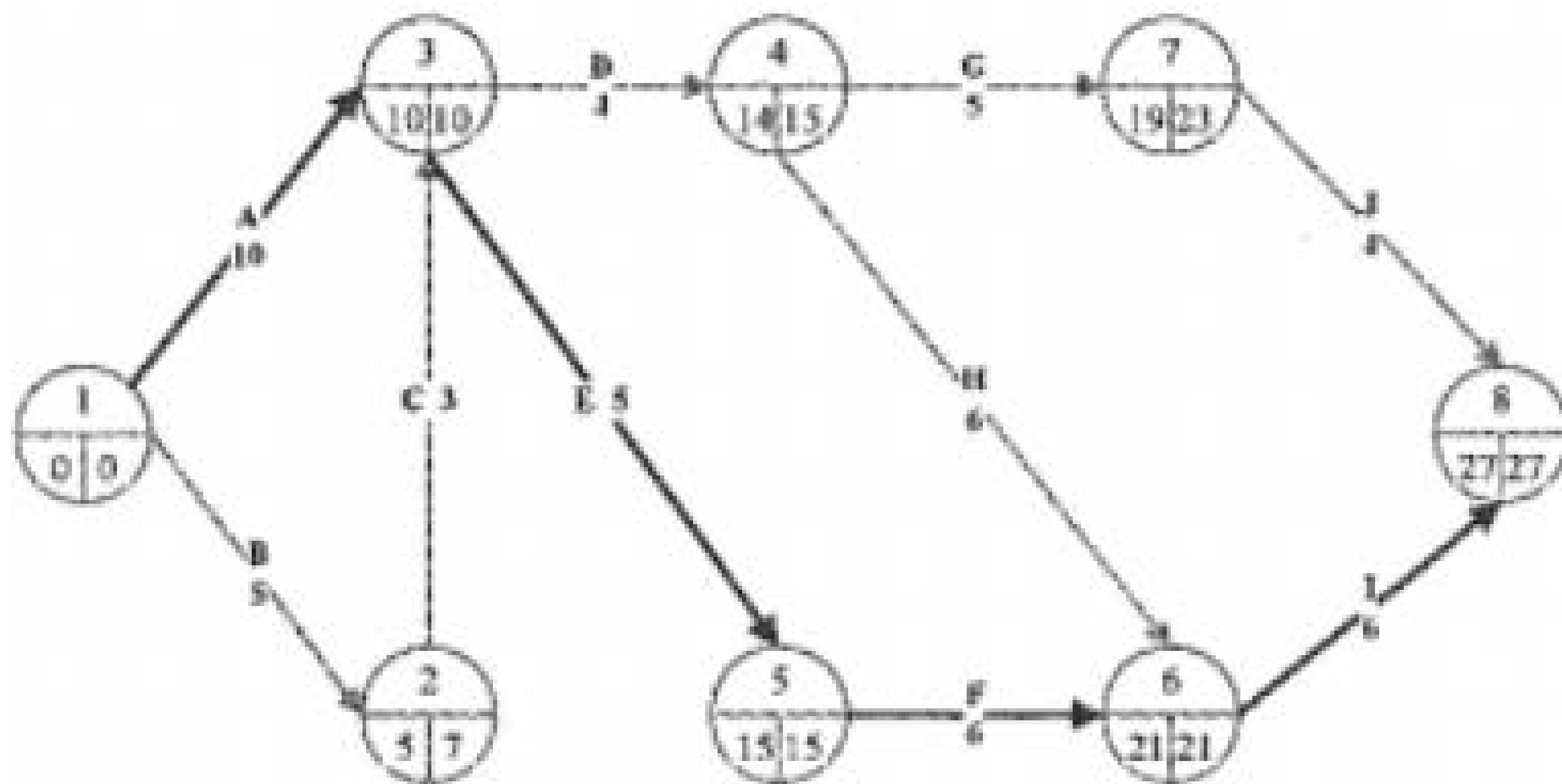
某工程有7道工序，工序衔接与有关时间数据如下表。试绘制网络图，并在图上标出各结点时间参数。

工序名称	A	B	C	D	E	F	G
紧前工序	—	—	AB	AB	B	C	DE
工序时间	2	4	5	4	3	2	4



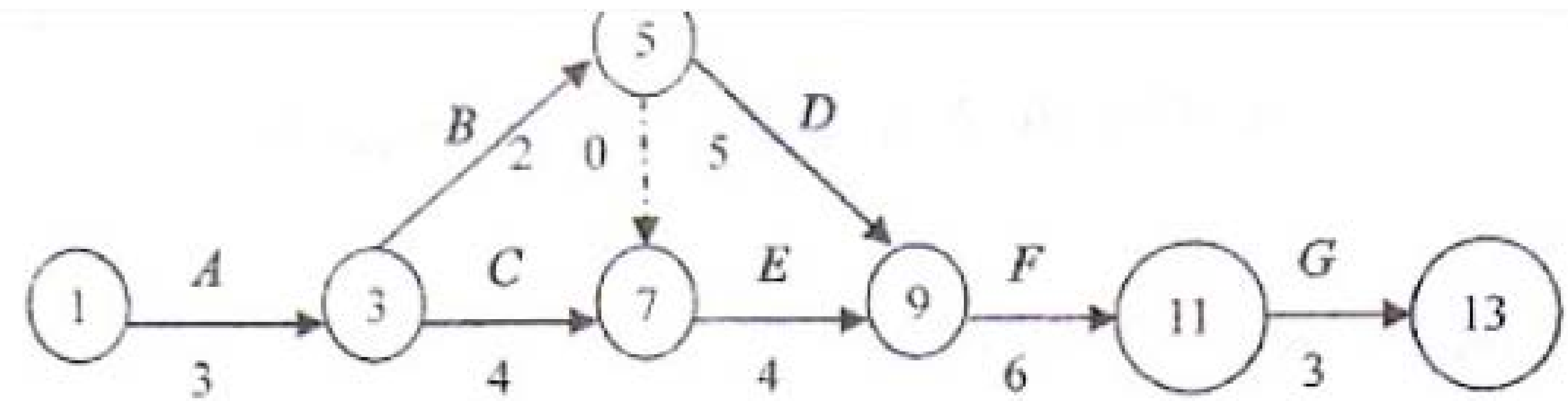
某工程施工有A,B,C,D,E,F,G,H,I,J等十道工序，工序衔接顺序及工期如下表。试绘制网络图，并在图上标出各结点的时间参数。

工序代号	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
紧前工序	—	—	B	A、C	A、C	E	D	D	F、H	G
工期	10	5	3	4	5	6	5	6	6	4



某一项工程有7项活动，有关数据如下表所示，试绘制该工程的箭线式网络图，求出各结点代表的时间参数并写出关键线路。

活动名称	紧前活动	作业时间（天）
A	无	3
B	A	2
C	A	4
D	B	5
E	B, C	4
F	D, E	6
G	F	3

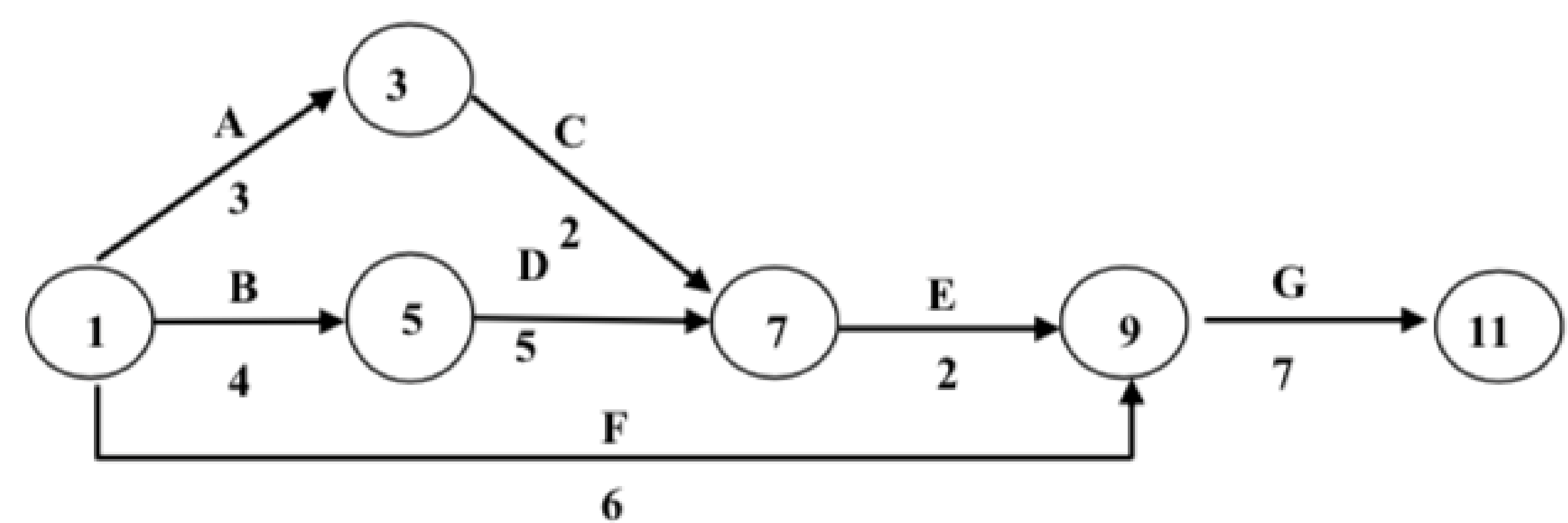


结点 i	ES_i	LF_i
1	0	0
3	3	3
5	5	6
7	7	7
9	11	11
11	17	17
13	20	20

关键线路为：1 \xrightarrow{A} 3 \xrightarrow{C} 7 \xrightarrow{E} 9 \xrightarrow{F} 11 \xrightarrow{G} 13

某一项工程有7项活动，有关数据如下表，试绘制该工程的箭线式网络图，求出各结点的时间参数并写出关键线路。

活动名称	紧前活动	作业时间(天)
A	无	3
B	无	4
C	A	2
D	B	5
E	C,D	2
F	无	6
G	E,F	7

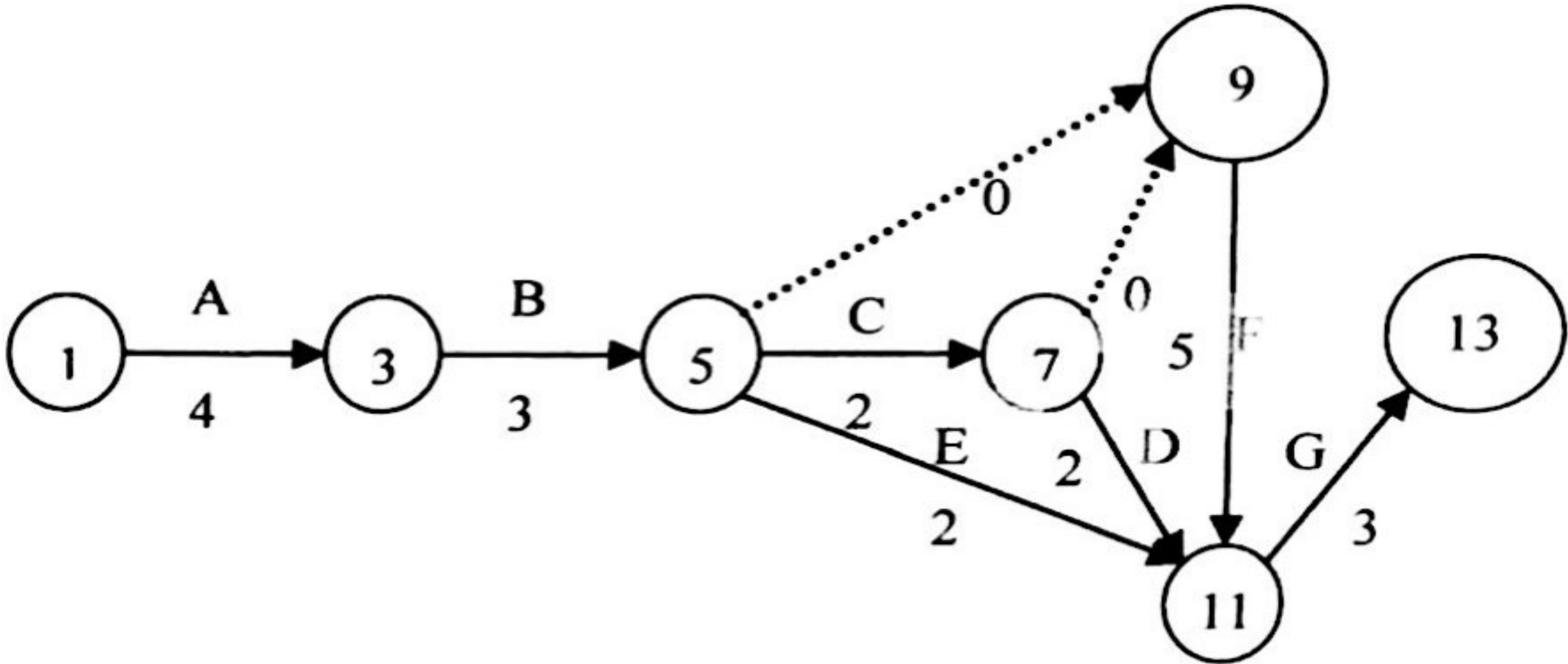


结点 <i>i</i>	ES_i	LF_i
1	0	0
3	3	7
5	4	4
7	9	9
9	11	11
11	18	18

关键线路： 1 \xRightarrow{B} 5 \xRightarrow{D} 7 \xRightarrow{E} 9 \xRightarrow{G} 11

某一项工程有7项活动，有关数据如下表所示，试绘制该工程的箭线式网络图，求出各结点的时间参数并写出关键线路。

活动名称	紧前活动	作业时间
A	无	4
B	A	3
C	B	2
D	C	2
E	B	2
F	B, C	5
G	D, E, F	3



结点 i	ESi	LFi
1	0	0
3	4	4
5	7	7
7	9	9
9	9	9
11	9	11
13	11	11
15	9	11
17	14	14
19	19	19

计算每个结点的最早开始时间应（ ）计算。

A:从网络的终点开始，自右向左

B:从网络的始点开始，自左向右

C:从关键结点开始

D:从虚活动开始

【答案】：B

就同一个结点来说，结点的最早开始时间和（ ）是同一个时间。

A:最早完成时间

B:作业时间

C:活动时间

D:关键时间

【答案】：A

若用 ES_i 表示结点 i 的最早开始时间, ES_j 表示结点 j 的最早开始时间, $T_{i,j}$ 表示活动 $i \rightarrow j$ 的作业时间, LF_i 表示结点 i 的最迟完成时间, LF_j 表示结点 j 的最迟完成时间, 则下述公式中正确的是 ()

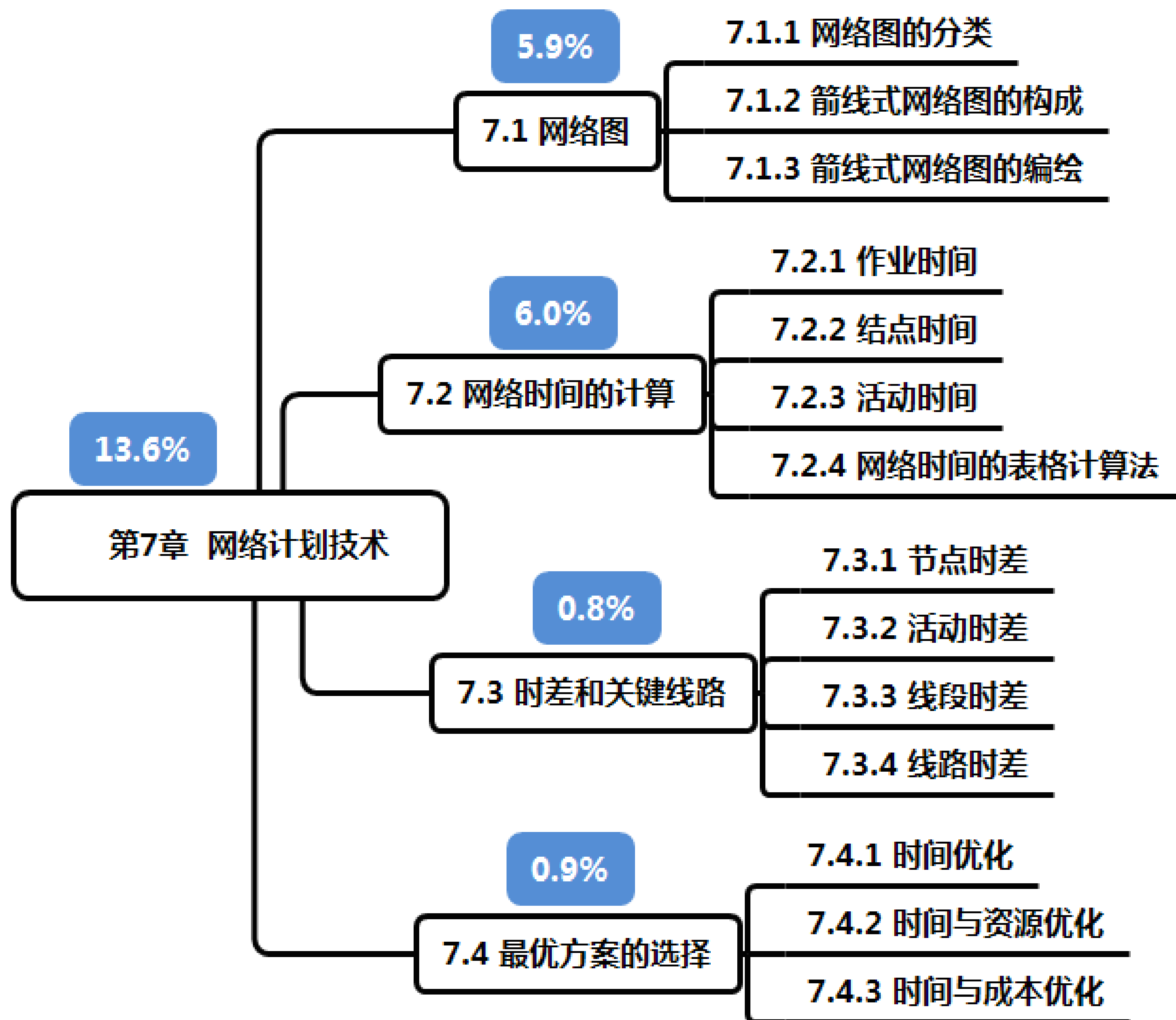
$$A: ES_j = \max_{i < j} \{ ES_i + T_{i,j} \}$$

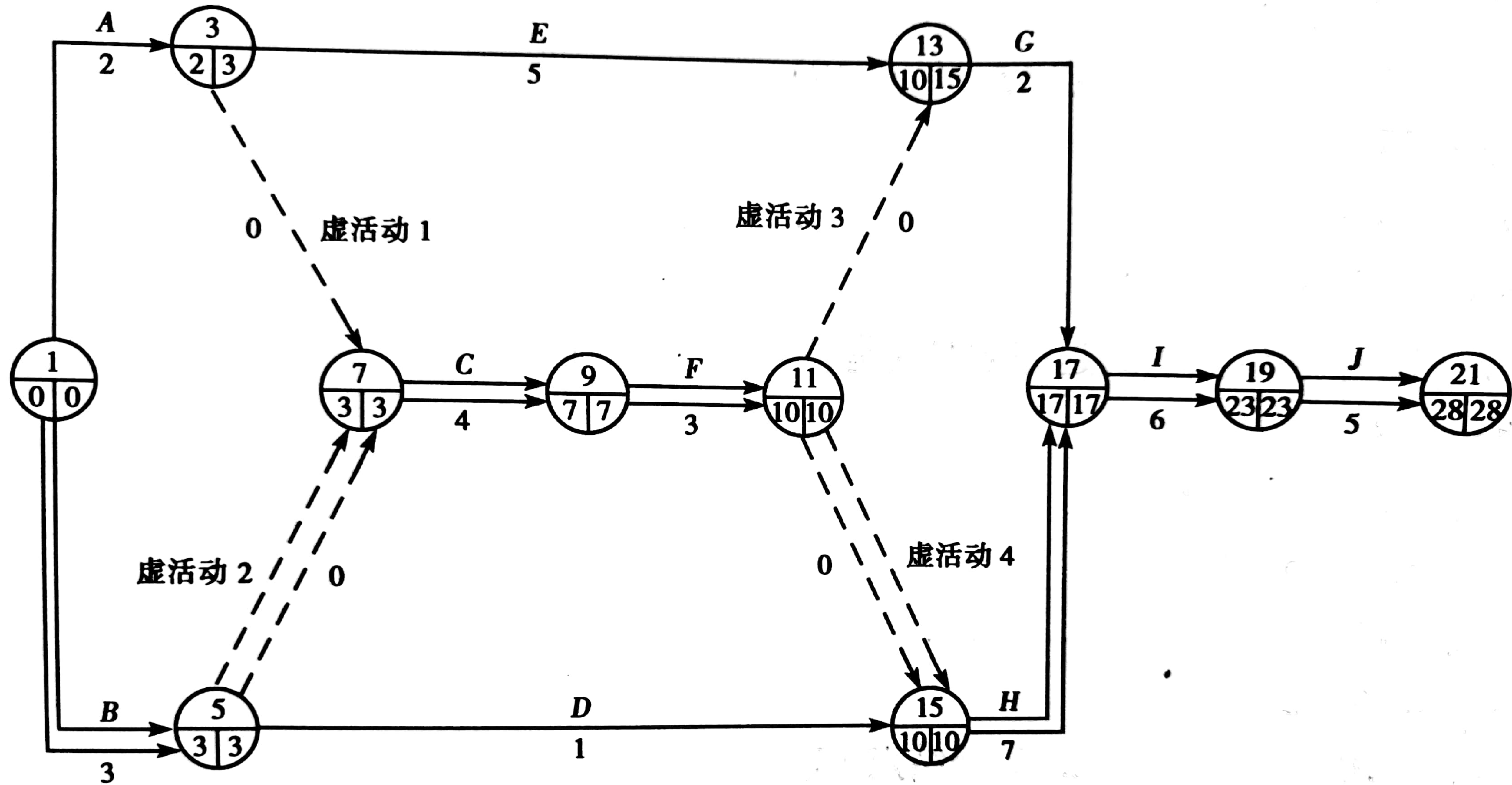
$$B: ES_j = \min_{i < j} \{ ES_i + T_{i,j} \}$$

$$C: LF_j = \max_{i < j} \{ LF_i - T_{i,j} \}$$

$$D: LF_j = \min_{i < j} \{ LF_i + T_{i,j} \}$$

【答案】 : A





7.2.3 活动时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间

7.2.2 结点时间

7.2.3 活动时间

7.2.4 网络时间的表格算法

➤ **活动最早开始时间**：

➤ 活动 $i \rightarrow j$ 的最早开始时间就是它的**箭尾结点**的最早开始时间：

$$ES_{i,j} = ES_i$$

(用 $ES_{i,j}$ 表示活动 $i \rightarrow j$ 的最早开始时间)

选择/填空

7.2.3 活动时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间

7.2.2 结点时间

7.2.3 活动时间

7.2.4 网络时间的表格算法

➤ **活动最早完成时间**：

➤ **活动的最早完成时间等于它的最早开始时间加上它所需的作业时间：**

$$EF_{i,j} = ES_i + T_{i,j}$$

(用 $EF_{i,j}$ 表示活动 $i \rightarrow j$ 的最早完成时间)

选择/填空

7.2.3 活动时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间

7.2.2 结点时间

7.2.3 活动时间

7.2.4 网络时间的表格算法

➤ **活动最迟完成时间**：

➤ **活动 $i \rightarrow j$ 的最迟完成时间就是它的箭头结点的最迟完成时间**：

$$LF_{i,j} = LF_j$$

(用 $LF_{i,j}$ 表示活动 $i \rightarrow j$ 的最迟完成时间)

选择/填空

7.2.3 活动时间

7.2 网络
时间的
计算

7.2.1 作业时间

7.2.2 结点时间

7.2.3 活动时间

7.2.4 网络时间的表格算法

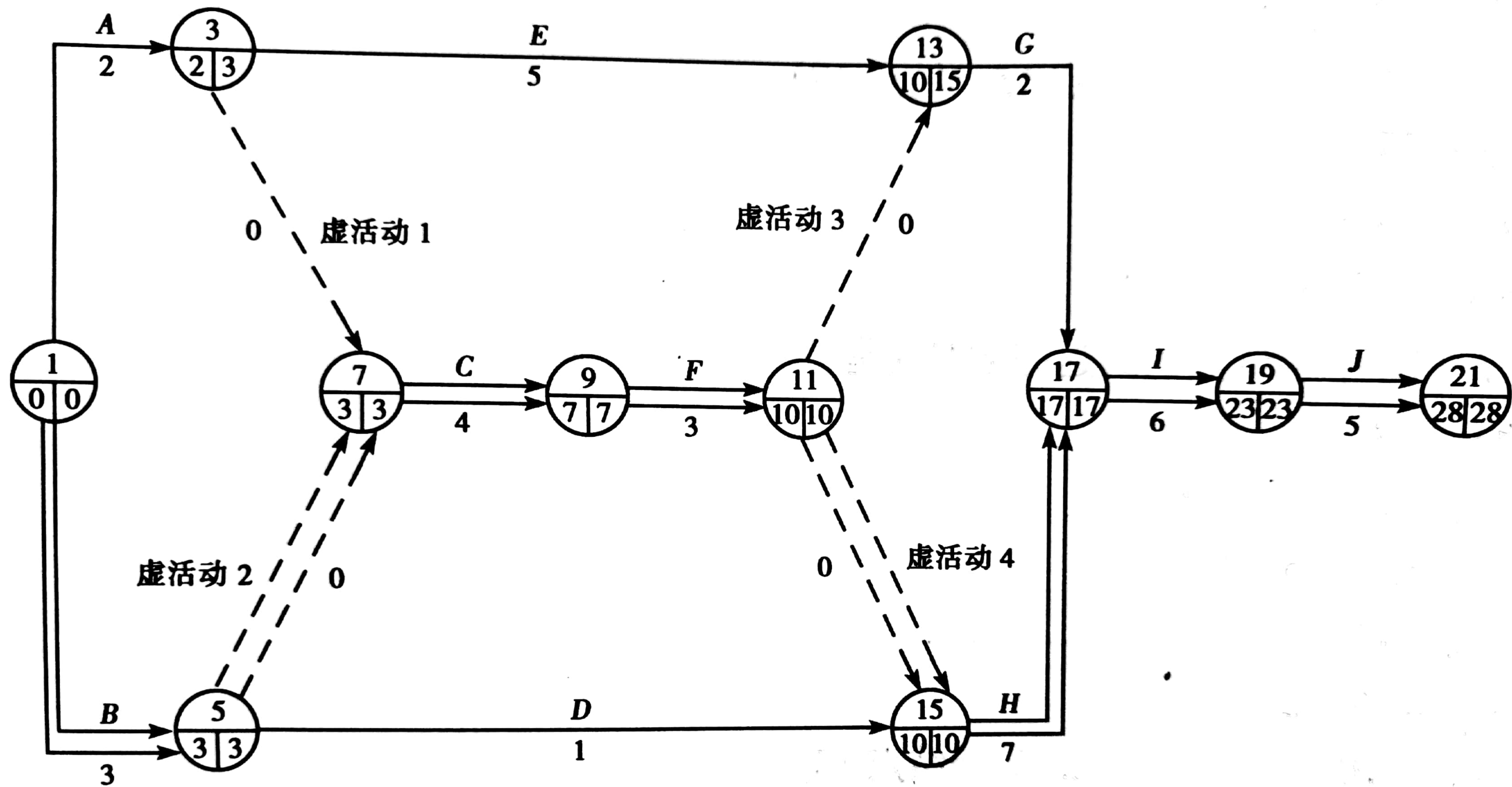
➤ **活动最迟开始时间**：

➤ **活动的最迟开始时间等于它的最迟完成时间减去它所需的作业时间：**

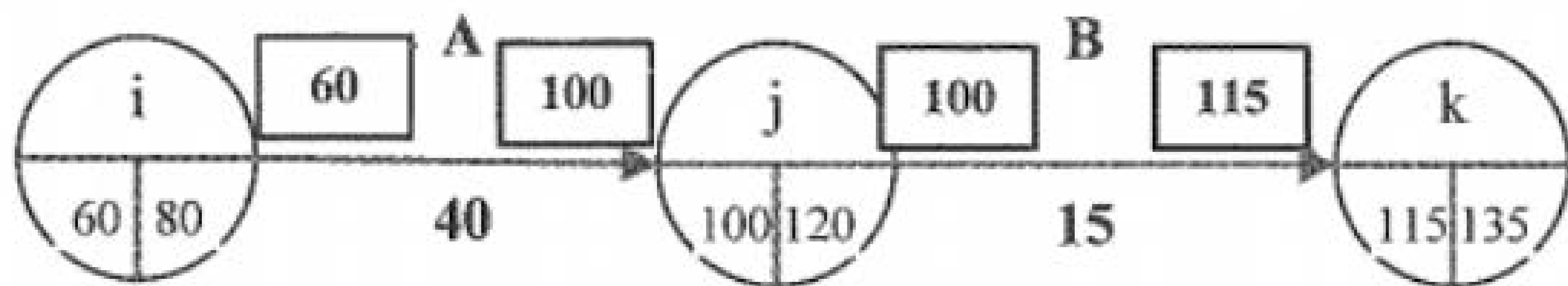
$$LS_{i,j} = LF_j - T_{i,j}$$

(用 $LS_{i,j}$ 表示活动 $i \rightarrow j$ 的最迟开始时间)

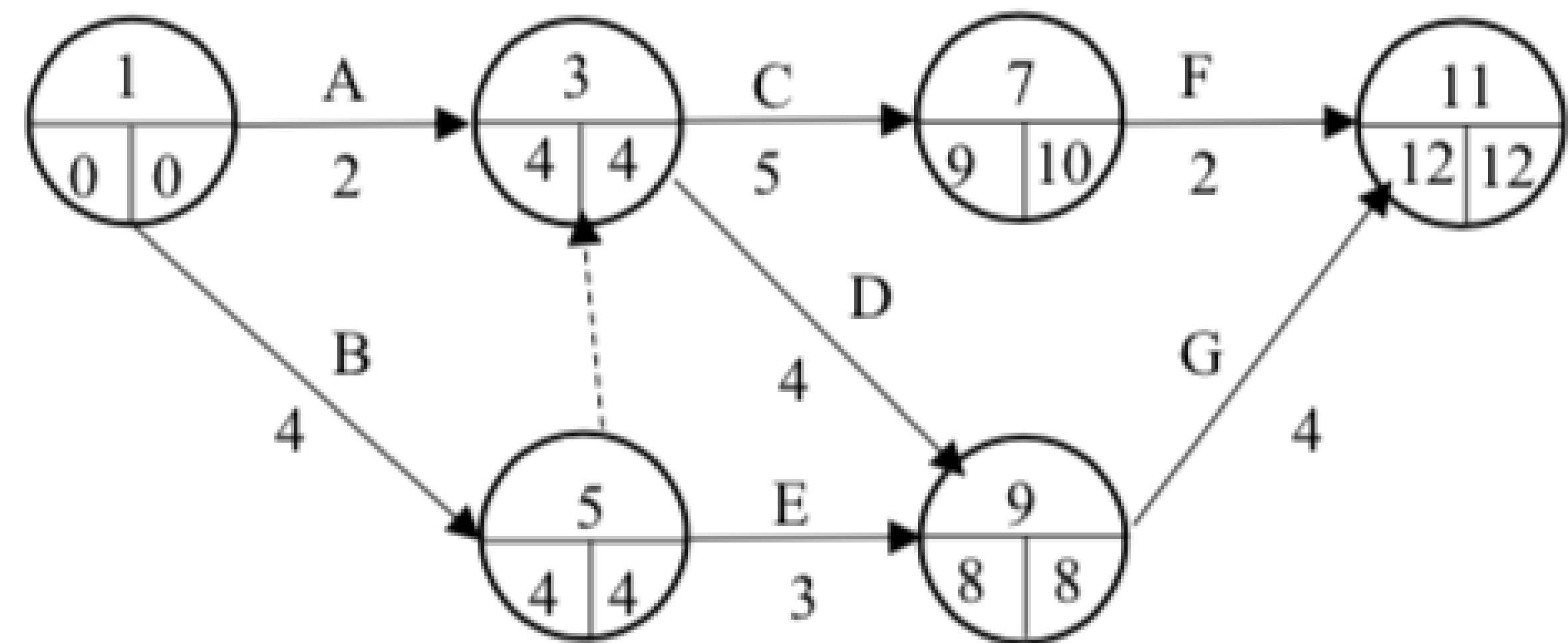
选择/填空



若工序 A、B 由 i、j、k 三结点顺序相联，i 结点最早时间和最迟时间分别为 60 和 80(小时)，工序 A、B 各需要 40 和 15(小时)完成，试画出两工序的箭线式网络图，在各结点的空白处填上正确的结点时间，并分别在恰当的位置填写出工序 A、B 的最早开始时间和最早完成时间。



某项工程的网络图如下，指明关键线路、总工期以及A,B,C,D四项活动的最早开始时间。



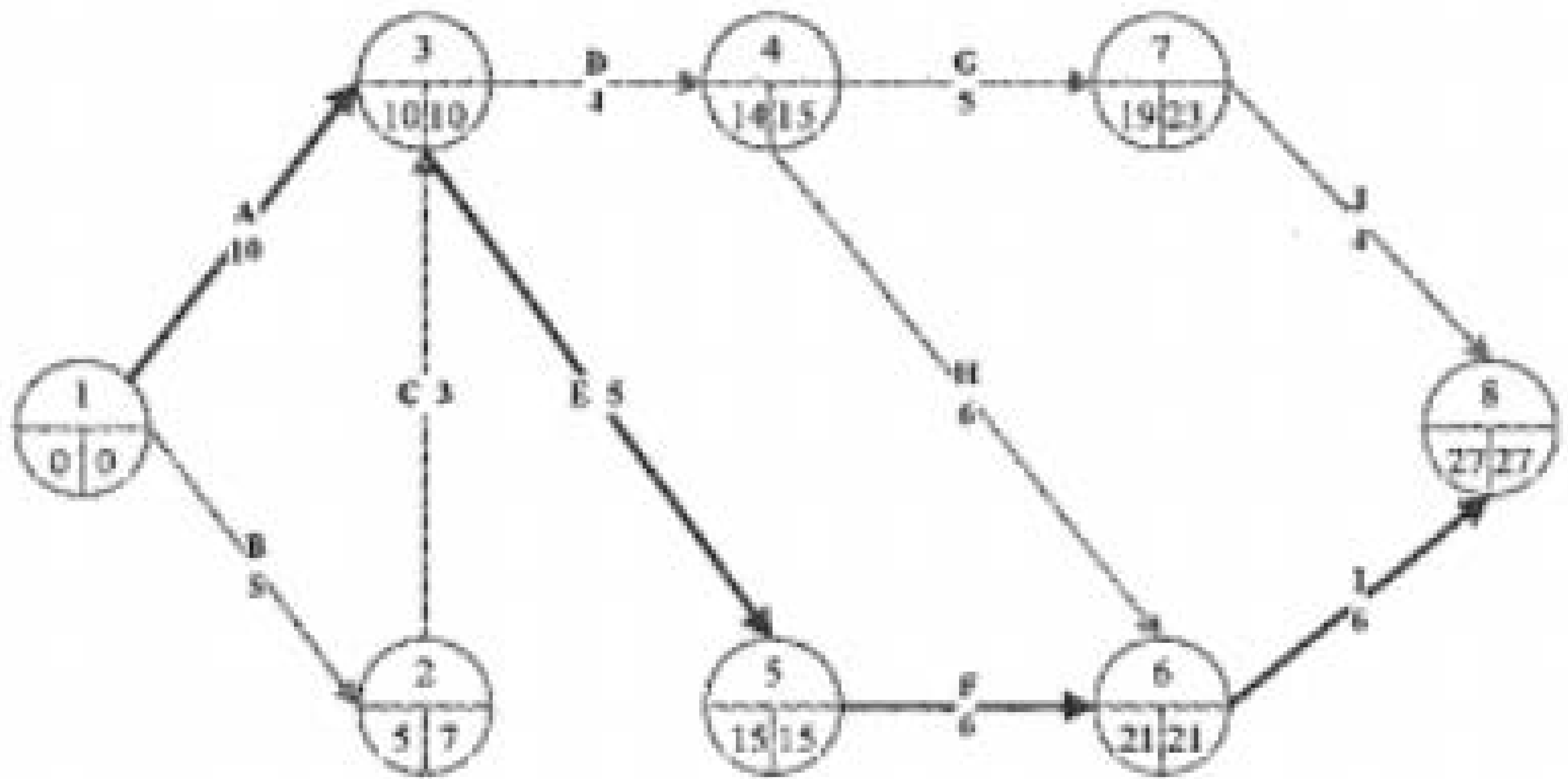
关键路线 B-D-G；

总工期 12 天。

四项活动最早开始时间如下表：

工序名称	A	B	C	D
最早开始	0	0	4	4

某工程网络图如下，试求出关键线路并计算H,I,J三项活动的最早完成时间。



关键线路为：A→E→F→I

总工期=10+5+6+6=27(天)

H 活动最早完成时间=20(天)

I 活动最早完成时间=27(天)

J 活动最早完成时间=23(天)

箭线式网络图中，某项活动最早开始时间等于（ ）

A:它的箭尾结点的最早开始时间

B:它的箭头结点的最早开始时间

C:它的箭尾结点的最迟开始时间

D:它的箭头结点的最迟开始时间

【答案】：A

箭线式网络图中，某项活动的最迟完成时间等于该活动（ ）

A:箭尾结点的最迟完成时间

B:箭头结点的最迟完成时间

C:箭尾结点的最早完成时间

D:箭头结点的最早完成时间

【答案】：B

在箭线式网络图中，某项活动最迟开始时间等于（ ）

A:它的箭尾结点的最早完成时间

B:它的箭头结点的最早完成时间

C:它的箭尾结点的最迟完成时间

D:它的箭头结点的最迟完成时间

【答案】：C，没有正确答案

计算公式不正确的是（）

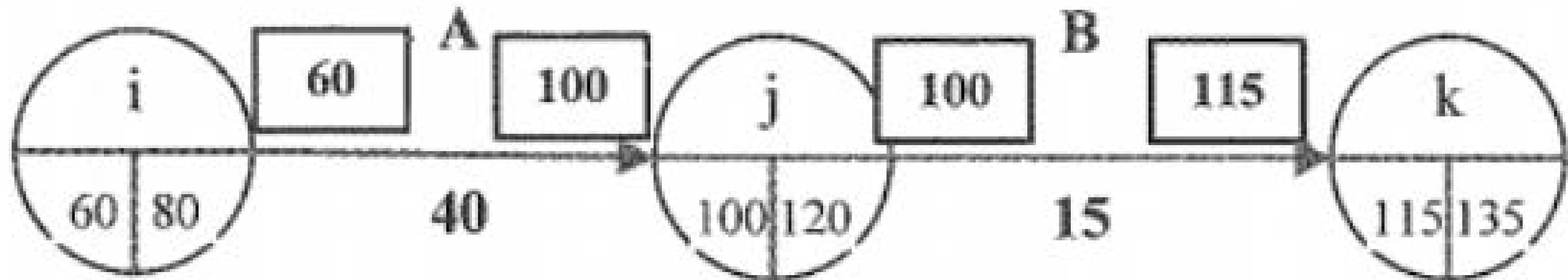
A: $ES_{i,j} = ES_i$

B: $EF_{i,j} = ES_i + T_{i,j}$

C: $LF_{i,j} = LF_i$

D: $EF_{i,j} = LS_{i,j} + T_{i,j}$

【答案】：D



活动最早完成时间为（ ）

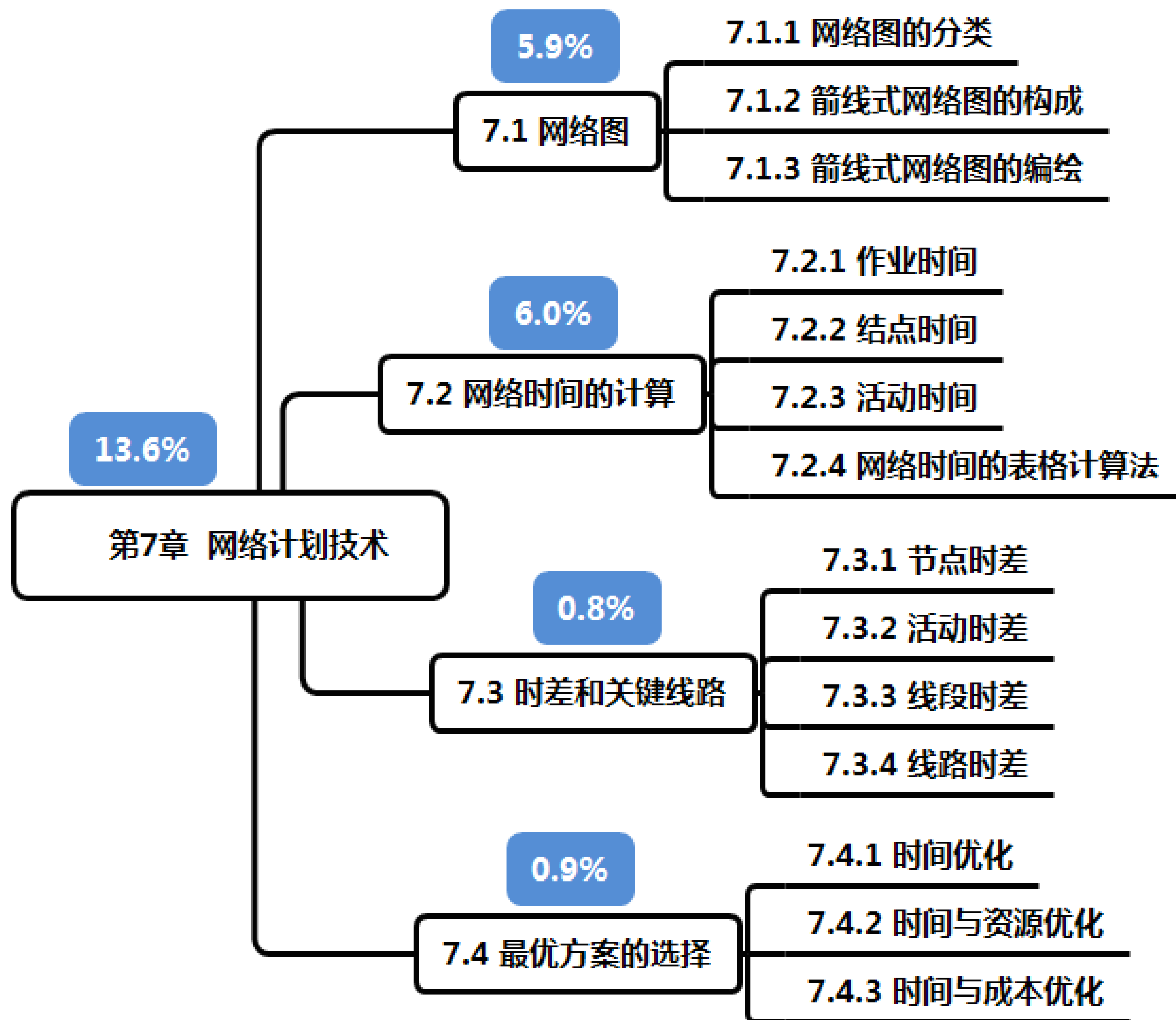
A:本活动的最迟开始时间

B:此项活动最迟开始时间与作业时间之和

C:本活动的最早开始时间

D:此项活动最早开始时间与作业时间之和

【答案】：D



7.2.4 网络时间的表格算法

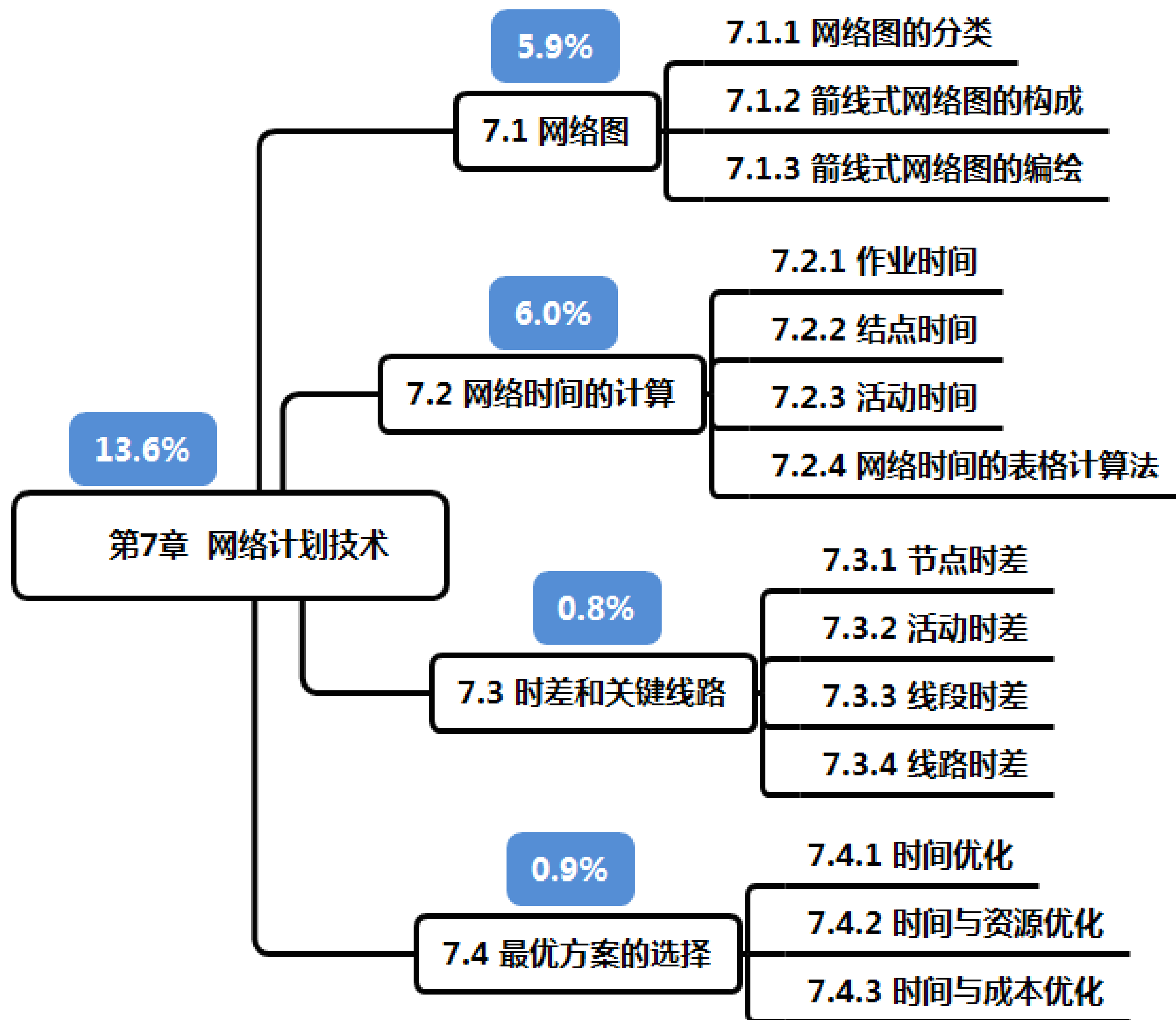
表 7-3

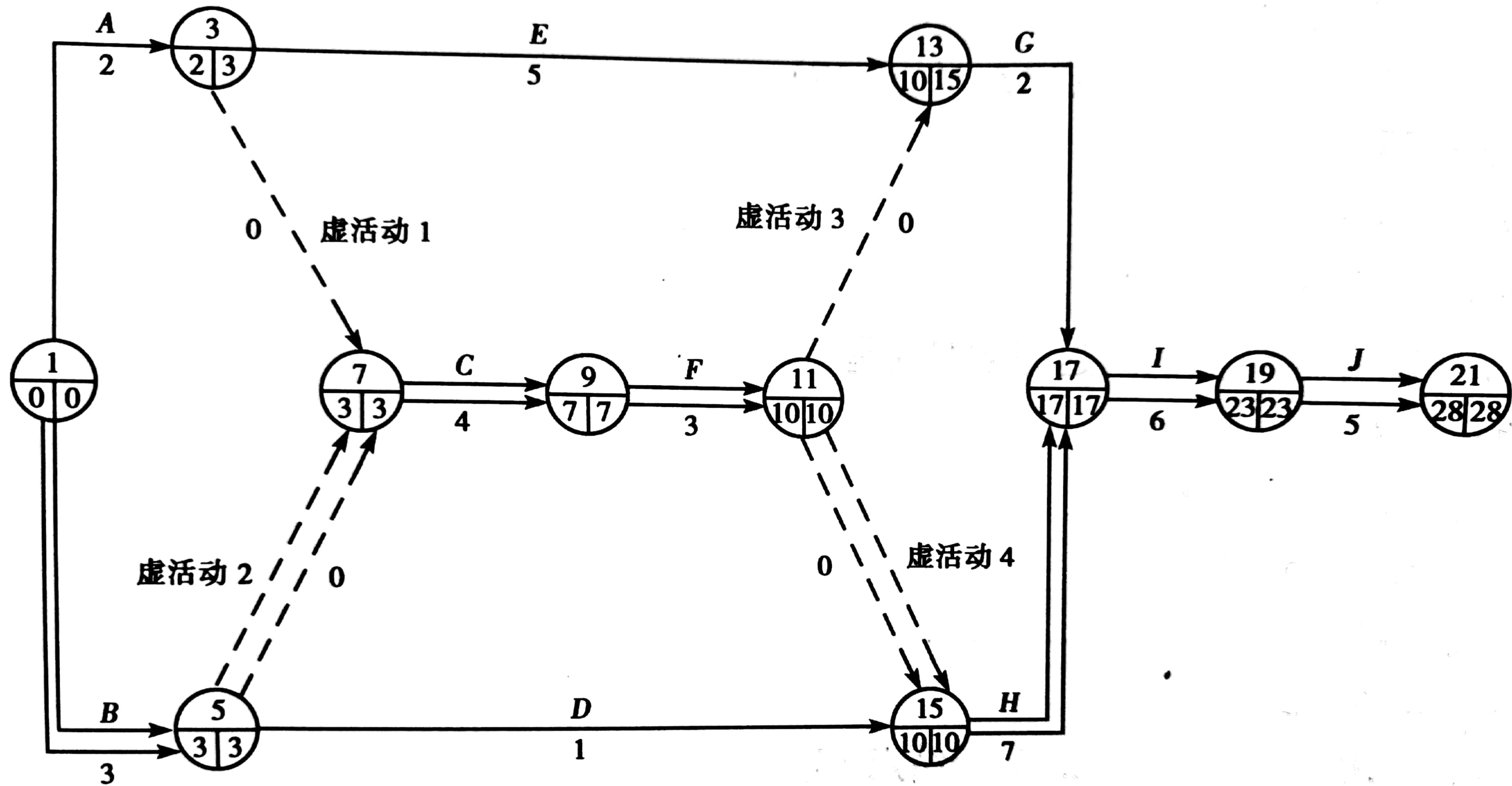
网络时间的表格算法

活动 名称 1	箭尾 结点 i 2	箭头 结点 j 3	作业时间 T_{ij} (周) 4	最早开始 时间 $ES_i = ES_{i,j}$ 5	最早完成 时间 $EF_{i,j}$ $6 = 5 + 4$	最迟开始 时间 $LS_{i,j}$ $7 = 8 - 4$	最迟完成 时间 $LF_j = LF_{i,j}$ 8	总时差 $9 = 8 - 6$ $= 7 - 5$	关键 线路 10
A	1	3	2	0	2	1	3	1	
B	1	5	3	0	3	0	3	0	✓
虚活动 1	3	7	0	2	2	3	3	1	
虚活动 2	5	7	0	3	3	3	3	0	✓
C	7	9	4	3	7	3	7	0	✓
D	5	15	1	3	4	9	10	6	
E	3	13	5	2	7	10	15	8	
F	9	11	3	7	10	7	10	0	✓
虚活动 3	11	13	0	10	10	15	15	5	
虚活动 4	11	15	0	10	10	10	10	0	✓
G	13	17	2	10	12	15	17	5	
H	15	17	7	10	17	10	17	0	✓
I	17	19	6	17	23	17	23	0	✓
J	19	21	5	23	28	23	28	0	✓

➤ 网络时间的表格算法中，表格的**每一行**代表一个**活动**（作业）

选择/填空





7.3.1 节点时差

7.3 时差和
关键线路

7.3.1 节点时差

7.3.2 活动时差

7.3.3 线段时差

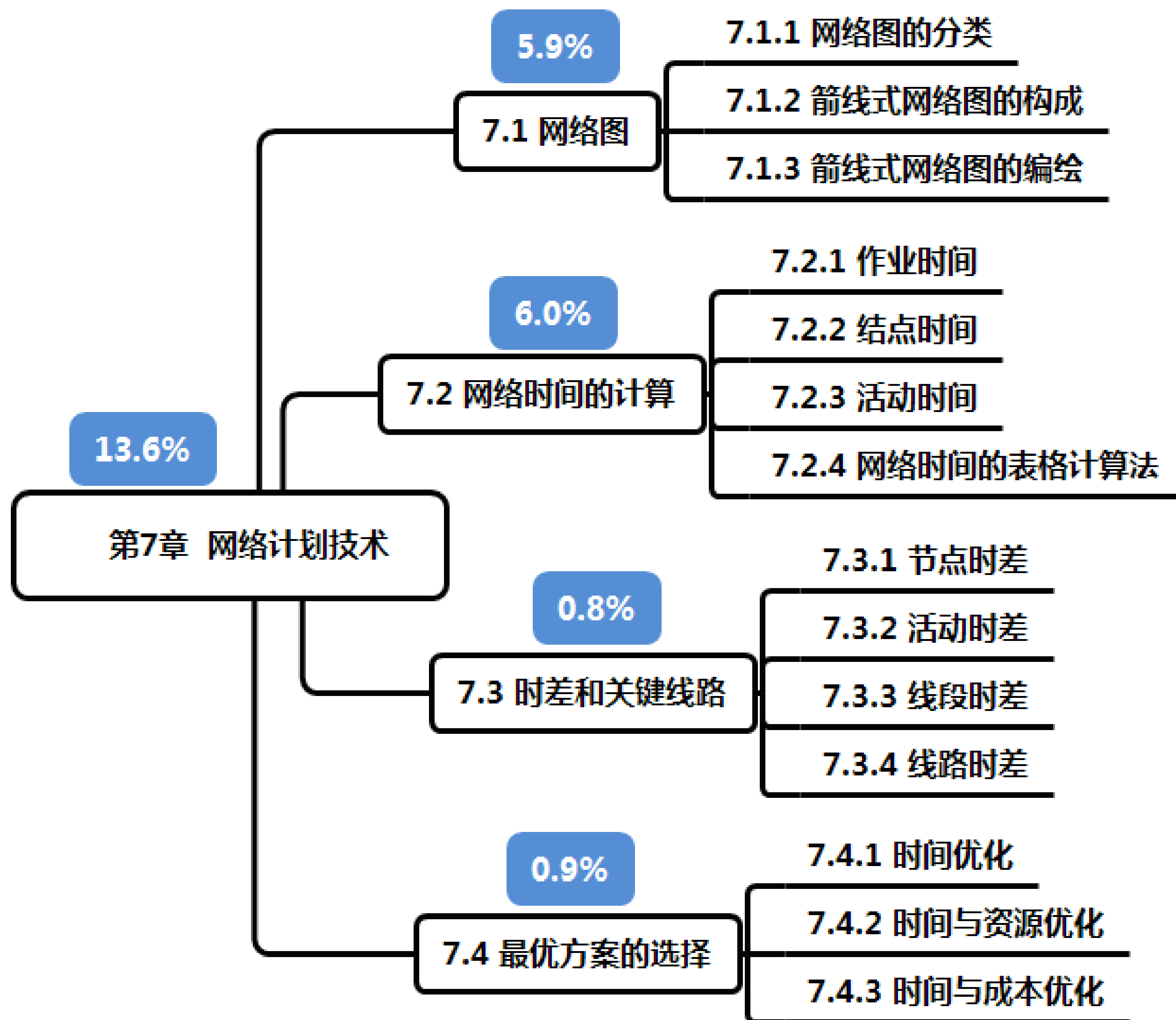
7.3.4 线路时差

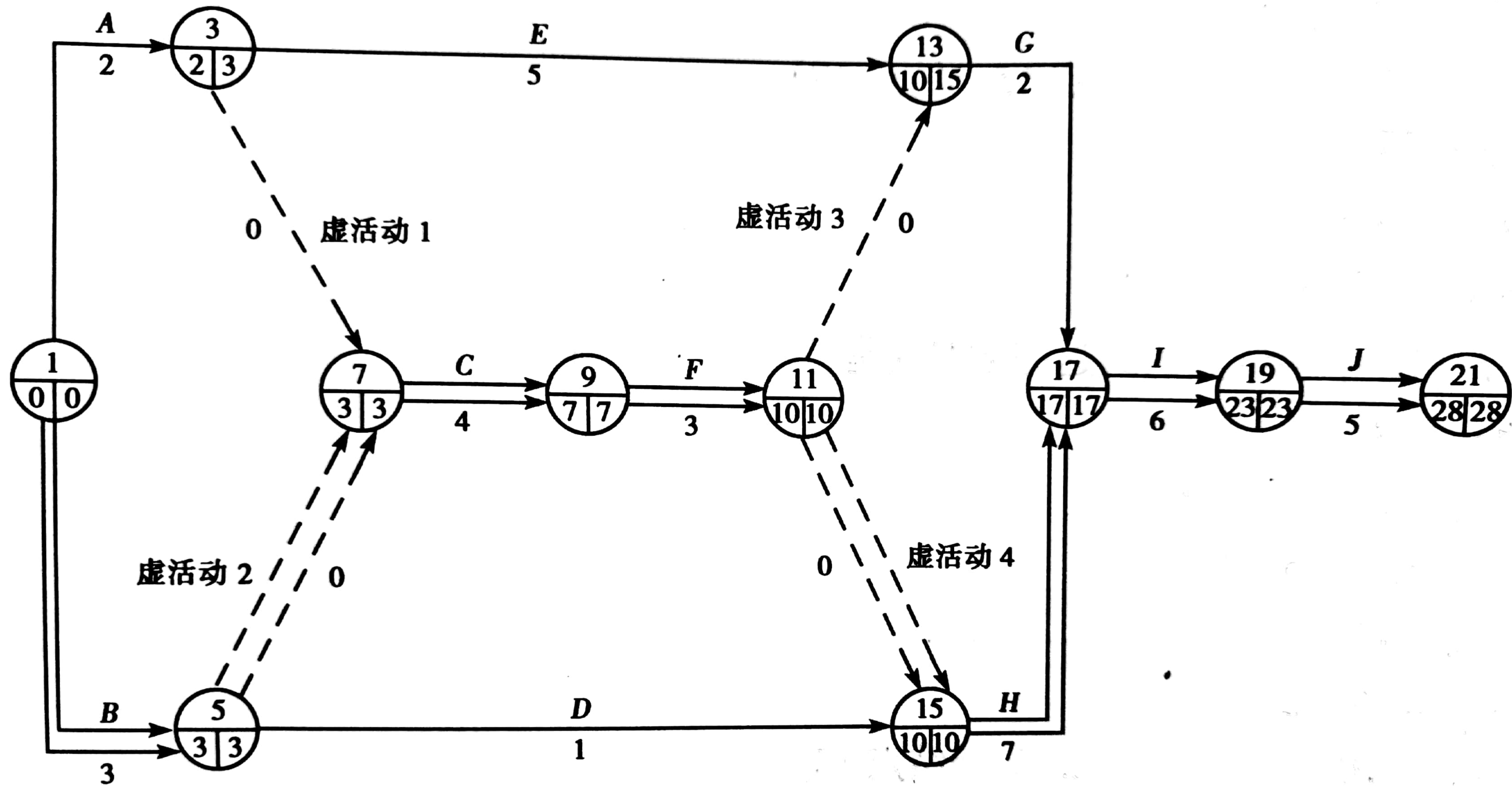
➤ 节点时差：

$$S_i = LF_i - ES_i$$

➤ 节点时差等于0的点是关键结点，将所有关键节点从始点到终点连起来就得到了关键线路。

选择/填空





7.3.2 活动时差

7.3 时差和
关键线路

7.3.1 节点时差

7.3.2 活动时差

7.3.3 线段时差

7.3.4 线路时差

➤ 活动时差包括：总时差、专用时差、局部时差

➤ 活动 $i \rightarrow j$ 的总时差——（后大减前小、减作业时间）：

$$S_{i,j}^{\text{总}} = LF_j - T_{i,j} - ES_i$$

➤ 活动 $i \rightarrow j$ 的专用时差——（后小减前大、减作业时间）：

$$S_{i,j}^{\text{专}} = ES_j - T_{i,j} - LF_i$$

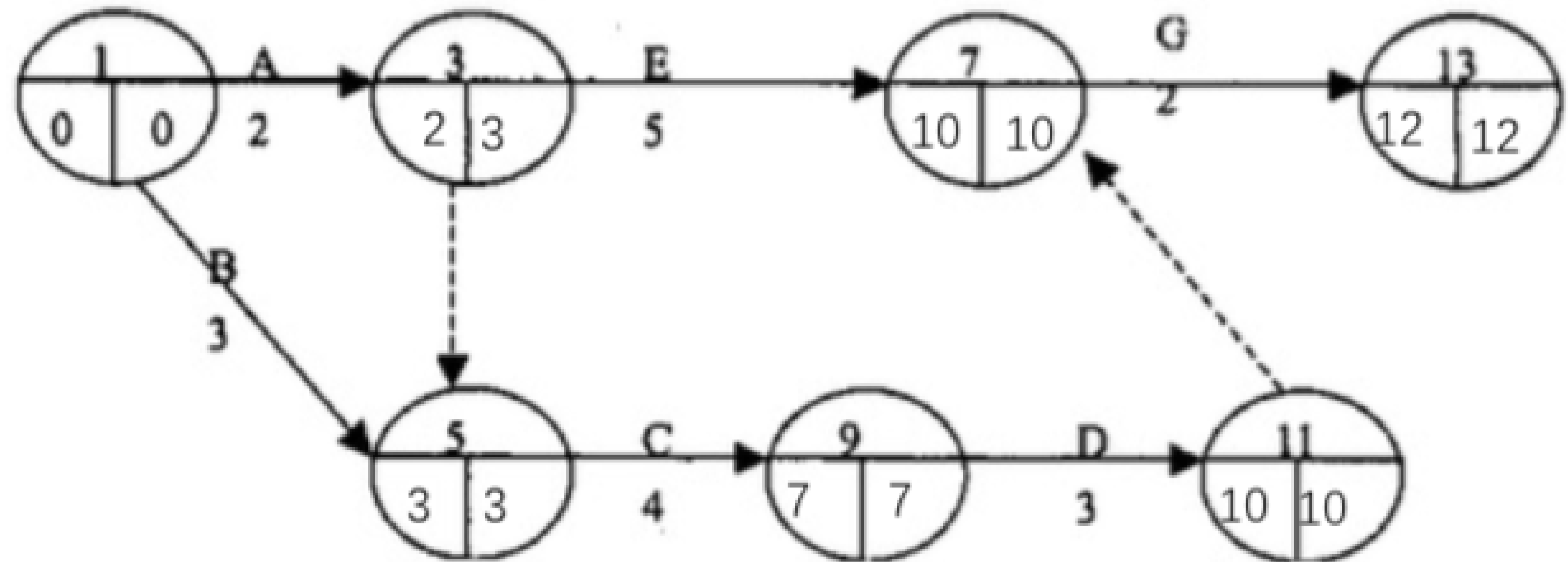
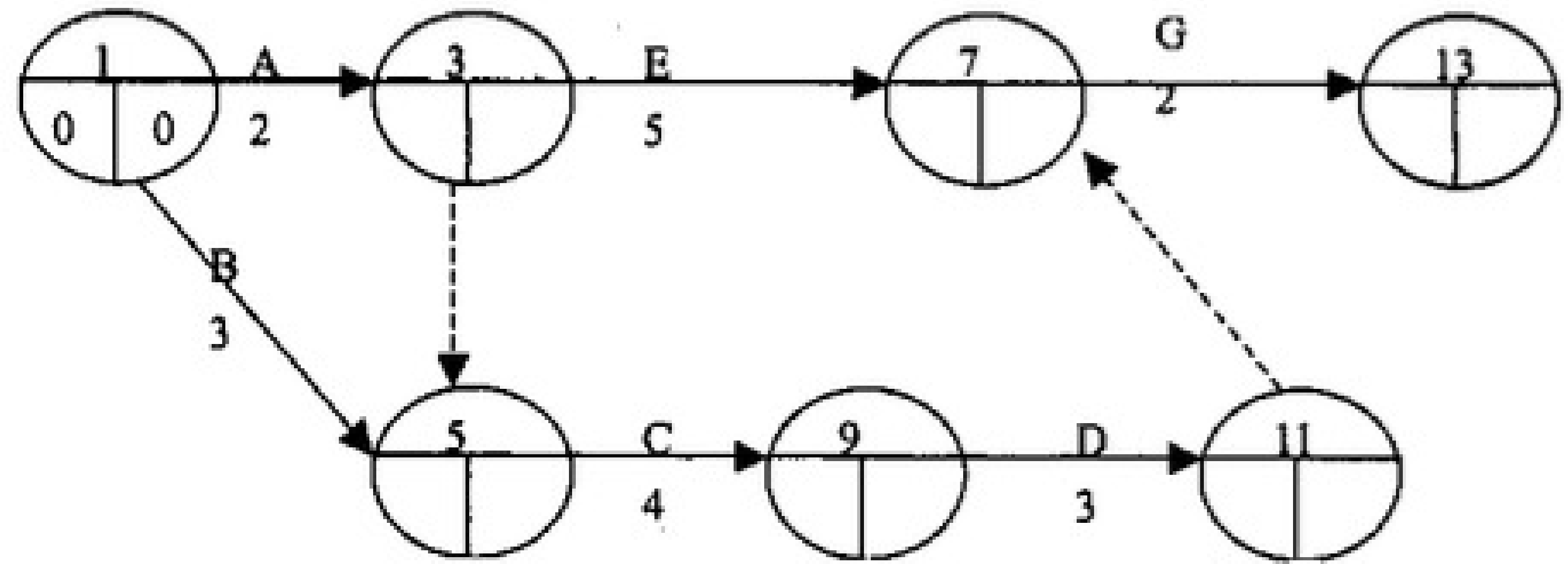
➤ 时差等于0的活动称为**关键活动**，将所有关键活动从始点到终点连起来就得到了关键线路。

选择/填空

已知某网络图如下：

求：（1）各结点的时间参数。

（2）活动E的总时差和专用时差。



$$E\text{的总时差} = 10 - 2 - 5 = 3$$

$$E\text{的专用时差} = 10 - 5 - 3 = 2$$

网络时间的表格算法中，表格的每一行代表()

A:一个结点

B:一项作业

C:一个线路

D:一种时间

【答案】：B

活动时差主要包括（）

A:总时差、专用时差、线段时差

B:总时差、专用时差、局部时差

C:专用时差、线路时差、局部时差

D:线路时差、结点时差、总时差

【答案】：B

下述选项中结果一般不为0的是（ ）

A:关键结点的结点时差

B:关键线路的线路时差

C:始点的最早开始时间

D:活动的专用时差

【答案】：D

结点 i 的时差 S_i 的计算公式为 ()

A: $S_i = LF_i$

B: $S_i = ES_i$

C: $S_i = LF_i - ES_i$

D: $S_i = LF_i + ES_i$

【答案】 : C

在网络计划技术中，总时差等于0的活动，称之为（ ）

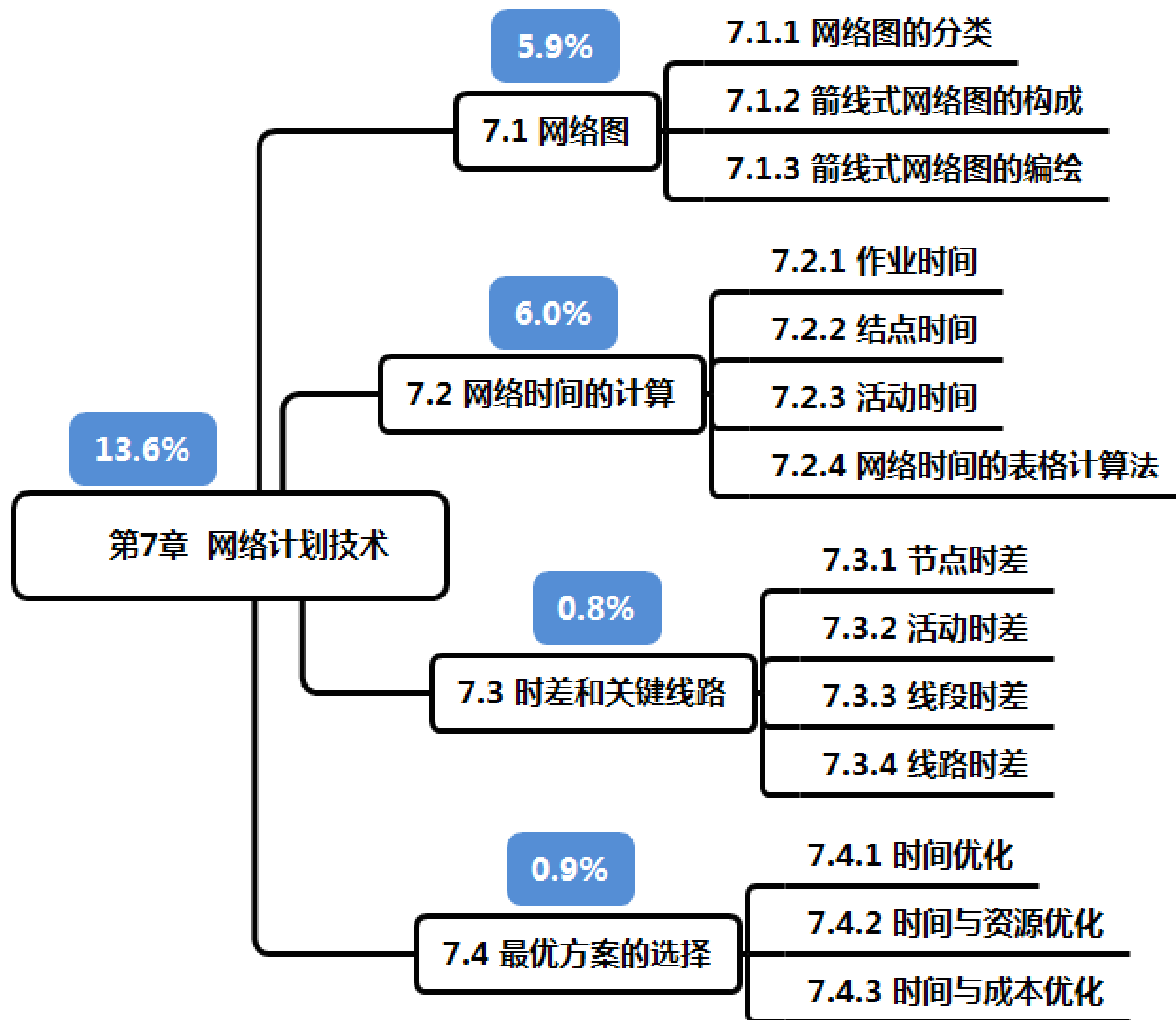
A:关键线路

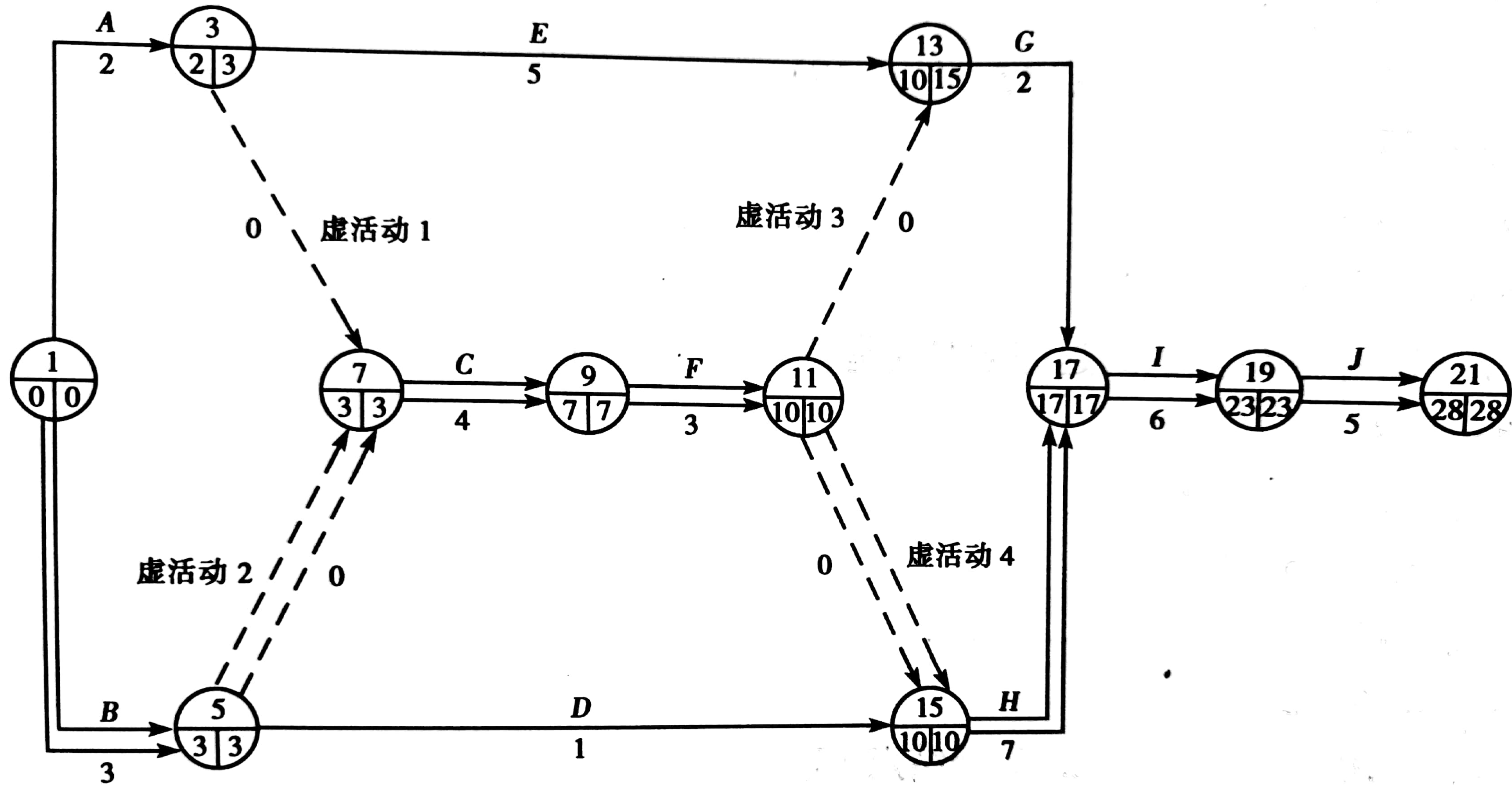
B:关键结点（事项）

C:关键工序

D:关键时差

【答案】：C





7.3.3 线段时差

7.3 时差和
关键线路

7.3.1 节点时差

7.3.2 活动时差

7.3.3 线段时差

7.3.4 线路时差

➤ **两个关键结点**之间的几个活动连续相接的连线称为**线段**。

➤ **线段时差**等于线段中各个**活动总时差**的**最长者**。

选择/填空

7.3.4 线路时差

7.3 时差和
关键线路

7.3.1 节点时差

7.3.2 活动时差

7.3.3 线段时差

7.3.4 线路时差

➤ 线路是指从始点出发，经过连续相接的活动，直到终点的一条连线。

➤ 线路时差等于各个线段时差之和。

➤ 关键线路的时差等于0。

（总作业时间最长的线路）

（从始点到终点，把关键结点连起来）

（从始点到终点，把关键活动连起来）

选择/填空

箭线式网络图中，两个关键结点之间的线段时差等于线段中各个活动的总时差的（ ）

A:最小者

B:最大者

C:和

D:差

【答案】：B

关于在箭线式网络图中关键线路的叙述，不正确的是（ ）

A:线路时差为0的线路称为关键线路

B:从始点出发，由各个总时差为0的活动连续相接，直到终点的线路称为关键线路

C:由最早开始时间和最迟完成时间相等的结点所连接的线路称为关键线路

D:总作业时间最长的线路称为关键线路

【答案】：C

线路时差（ ）

A:活动的局部时差

B:活动的专用时差之和

C:各个活动的总时差的最长者

D:等于各线段时差之和

【答案】：D

在箭线式网络图中，叙述不正确的是（ ）

A:网络图中任何一个结点都表示前一活动的结束和下一活动的开始

B:活动的总时差越大，则表明该活动在整个网络中的机动时间也越大

C:活动的最早开始时间等于该活动箭尾事项的最早开始时间

D:结点时差等于0的结点称为关键结点

【答案】：A

网络图中，完成一项活动可能最长的时间，称为（ ）

A:作业时间

B:最乐观时间

C:最保守时间

D:最可能时间

【答案】：C

对箭线式网络图而言，叙述正确的是（ ）

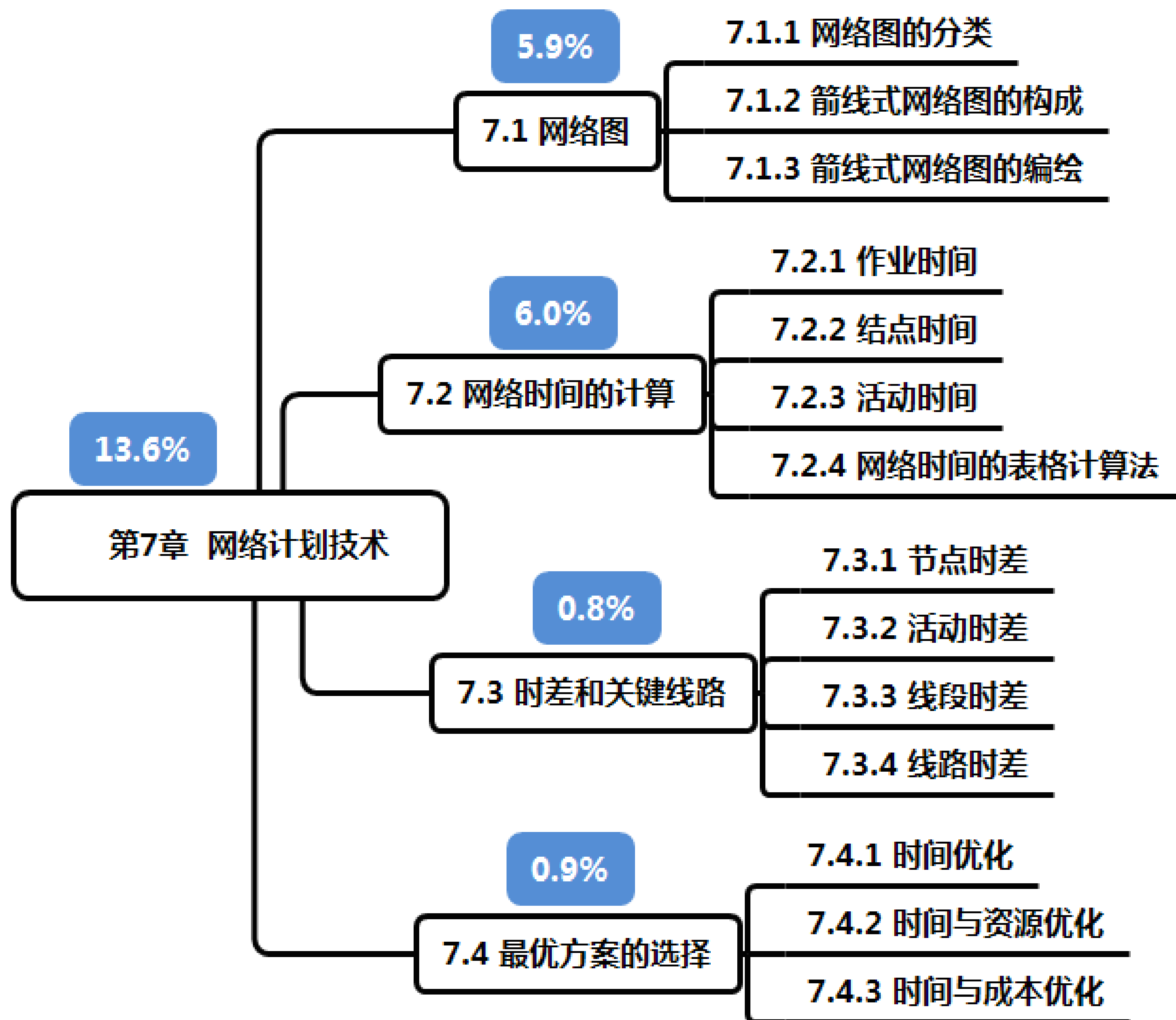
A:从始点出发，经过连续相接的活动，直到终点的一条连线称为线路

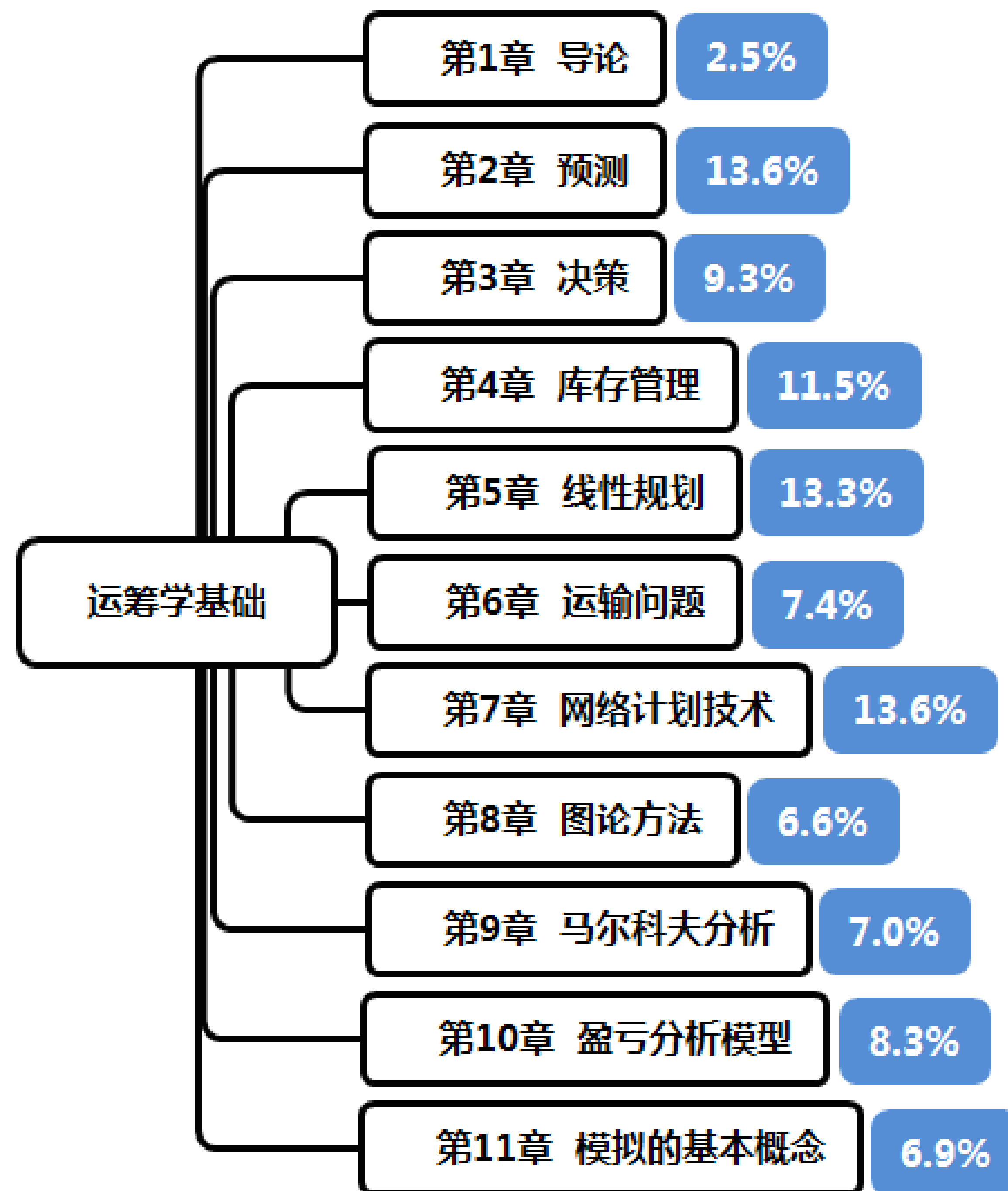
B:从始点出发，经过连续相接的活动，到某个结点终止的连线称为线路

C:从某个结点出发，经过若干个连续相接活动，直到终点的一条连线称为线路

D:任意两个始点之间，由若干个连续相接活动组成的连线称为线路

【答案】：A





THANK YOU