

2021 年环球网校二级建造师《建设工程施工管理》直播大班课

专题十三：施工进度计划的编制方法（上）

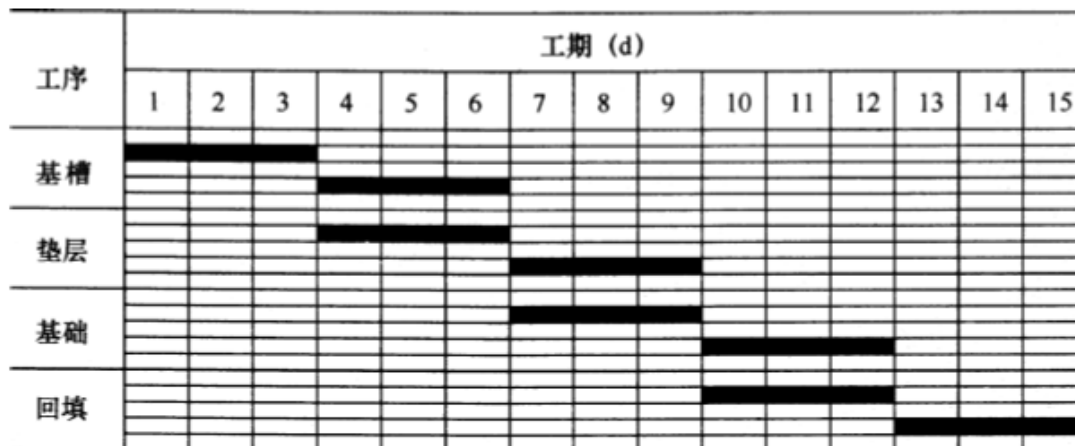
2Z103030 施工进度计划的编制方法——约 8 分

【考点概括】:

1. 横道图进度计划的编制方法;
2. 工程网络计划的类型和应用;
3. 关键工作、关键线路和时差。

2Z103031 横道图进度计划的编制方法

一、横道图示例



施工横道图进度计划

二、横道图的特点（掌握）

1. 最简单并运用最广;
2. 可以将工作的简要说明放在横道上;
3. 适用于小型项目或大型项目的子项目上, 可用于计算资源需求量、概要预示进度。
4. 横道图的优缺点:

优点	缺点
(1) 表达较直观 (2) 易看懂	(1) 逻辑关系可以设法表达, 但不易表达清楚
	(2) 适用于手工编制计划;
	(3) 不能确定计划的关键工作、关键路线与时差;
	(4) 计划调整只能用手工方式进行, 其工作量较大
	(5) 难以适应大的进度计划系统

【注】横道图可按照时间先后、责任、项目对象、同类资源等进行排序。

【经典习题】

【例题 1·单选】(2016) 关于横道图进度计划的说法正确的是 ()。

- A. 尤其适用于较大的进度计划系统
- B. 各项工作必须按照时间先后进行排序
- C. 不能将工作简要说明直接放在横道上
- D. 可用于计算资源需要量

【答案】D

【解析】横道图进度计划法也存在一些问题, 如:

- (1) 工序(工作)之间的逻辑关系可以设法表达, 但不易表达清楚;
- (2) 适用于手工编制计划;



- (3) 没有通过严谨的进度计划时间参数计算, 不能确定计划的关键工作、关键路线与时差;
- (4) 计划调整只能用手工方式进行, 其工作量较大;
- (5) 难以适应较大的进度计划系统。

横道图的另一种可能的形式是将工作简要说明直接放在横道上。横道图用于小型项目或大型项目子项目上, 或用于计算资源需要量、概要预示进度, 也可用于其他计划技术的表示结果。

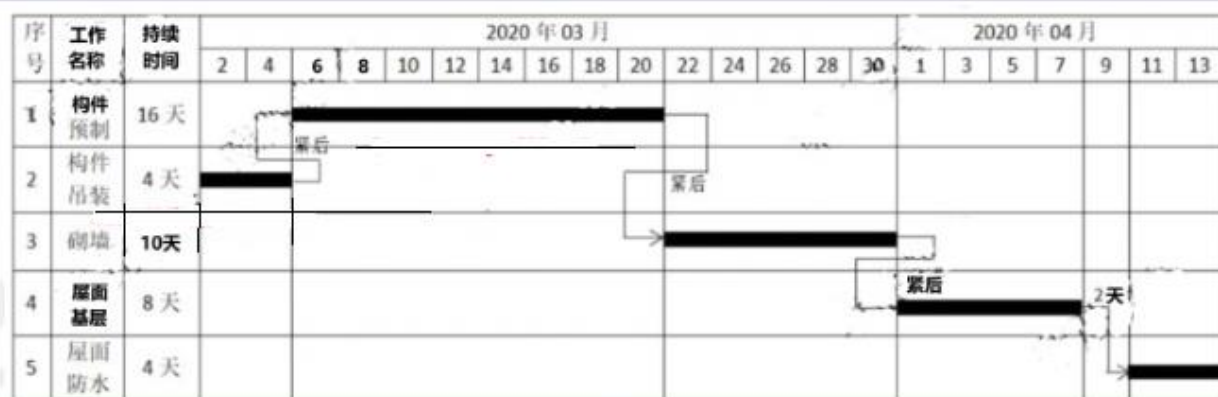
【例题 2·单选】关于横道图进度计划表的说法, 正确的是 ()。

- A. 可以将工作简要说明直接放到横道图上
- B. 计划调整比较方便
- C. 可以直观地确定计划的关键线路
- D. 工作逻辑关系易于表达清楚

【答案】A

【解析】本题考查横道图进度计划的编制方法。横道图的另一种可能的形式是将工作简要说明直接放在横道图上。其缺点为: 工序(工作)之间的逻辑关系可以设法表达, 但不易表达清楚; 不能确定计划的关键工作、关键路线与时差; 计划调整只能用手工方式进行, 其工作量较大。

【例题 3·单选】(2020) 某项目施工横道图进度计划如下图, 图中存在的错误是 ()。



- A. 逻辑关系表达混乱
- B. 工作持续时间和横道时间长度不一致
- C. 屋面基层与屋面防水之间存在间隔时间
- D. 横道上缺少工作的简要说明

【答案】A

【解析】通常横道图的表头为工作及其简要说明, 项目进展表示在时间表格上. 根据此横道图使用者的要求, 工作可按照时间先后、责任、项目对象、同类资源等进行排序。横道图另一种可能的形式是将工作简要说明直接放在横道上, 这样, 一行上可容纳多项工作, 一般运用在重复性的任务上。

2Z103032 工程网络计划的类型和应用

常见的工程网络计划包括:

1. 双代号网络计划;

2. 单代号网络计划;

3. 双代号时标网络计划;

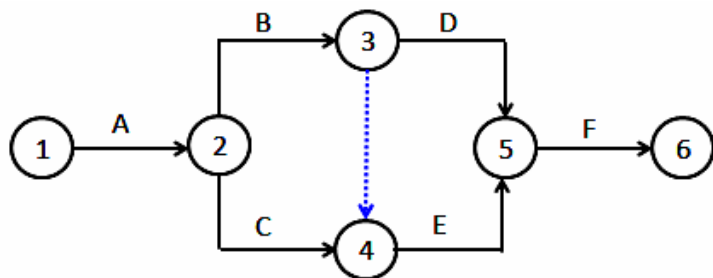
4. 单代号搭接网络计划。

一、双代号网络计划 (掌握)

(一) 双代号网络计划的基本概念

双代号网络图是以箭线及其两端节点的编号表示工作的网络图, 例如:



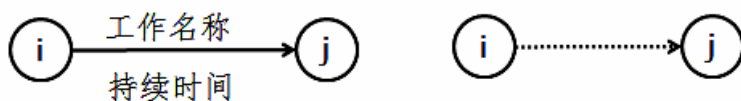


1. 箭线

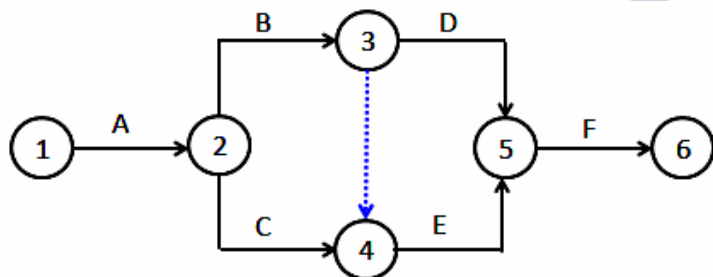
(1) **实箭线**: 代表实工作, 既占用时间, 又消耗资源;

(2) **虚箭线**: 代表虚工作, 既不占用时间, 又不消耗资源;

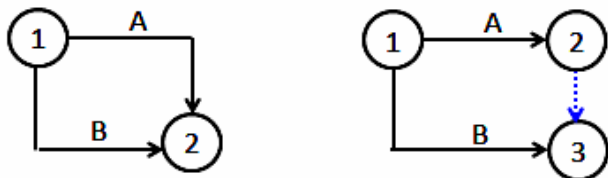
虚箭线是实际工作中并不存在的一项虚设工作, 正确表达工作之间的逻辑关系, 起着工作之间的联系、区别和断路三个作用。



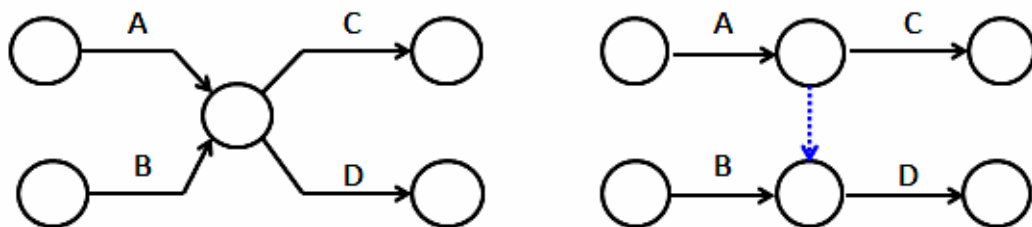
(1) 联系



(2) 区分



(3) 断路



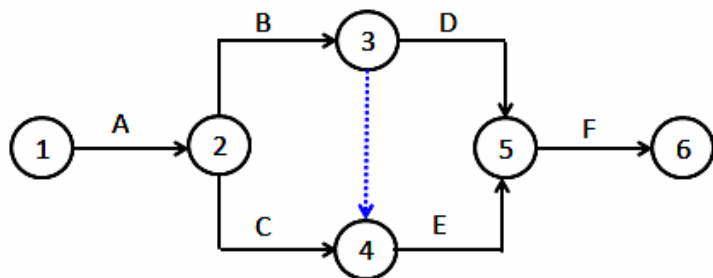
2. 节点

节点是网络图中箭线之间的连接点, 网络图中有三种类型的节点:

起点节点 (一个)、中间节点 (很多)、终点节点 (一个)。

一项工作只有唯一的一条箭线和相应的一对节点表示, 节点的编号顺序应从小到大, 可不连续, 但不允许重复。

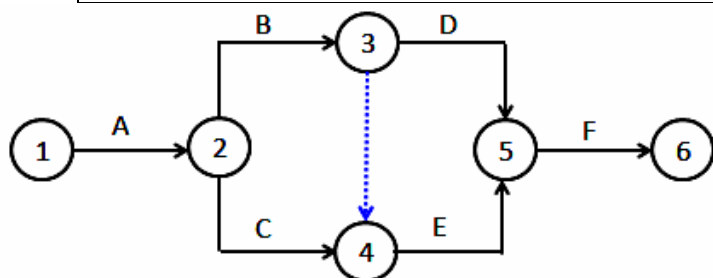




3. 线路

从起始节点到终点节点的通路叫线路。

注意：工作持续时间之和最长者为关键线路，且至少有一条。



4. 逻辑关系

(1) 工艺关系（不可逆转）

(2) 组织关系（可以调整）

【经典习题】

【例题 1·单选】(2018) 关于双代号网络图中终点节点和箭线关系的说法，正确的是（ ）。

- A. 既有内向箭线，又有外向箭线
- B. 只有外向箭线，没有内向箭线
- C. 只有内向箭线，没有外向箭线
- D. 既无内向箭线，又无外向箭线

【答案】C

【解析】终点节点即网络图的最后一个节点，它只有内向箭线，一般表示一项任务或一个项目的完成。

【例题 2·多选】在双代号网络图中，虚箭线的作用有（ ）。

- A. 指向
- B. 联系
- C. 区分
- D. 过桥
- E. 断路

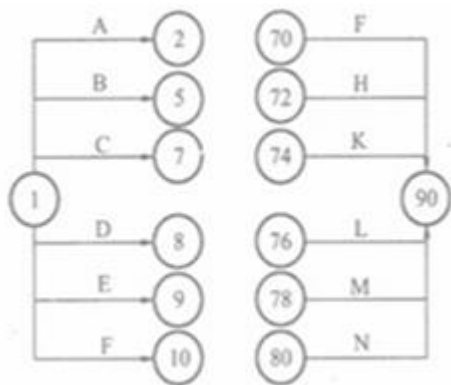
【答案】BCE

【解析】虚箭线是实际工作中并不存在的一项虚设工作，故它们既不占用时间，也不消耗资源，一般起着工作之间的联系、区分和断路三个作用。

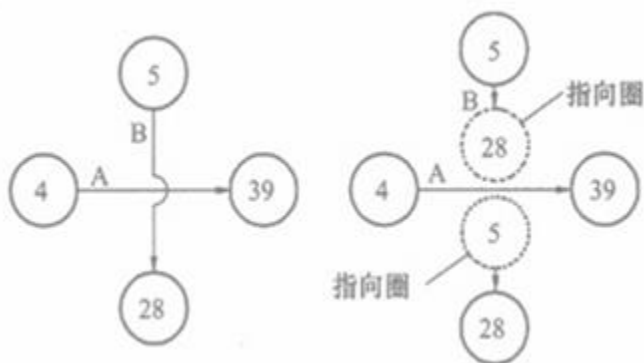
(二) 双代号网络图绘图规则（掌握）

- (1) 节点编号由小到大，不许重复；
- (2) 一个起点、一个终点；
- (3) 无线段，无双向箭线，无无节点箭线；
- (4) 无循环回路；
- (5) 母线法（某节点有多条外向箭线或多条内向箭线时）；





(6) 箭线不宜交叉，当交叉不可避免时，可用过桥法或指向法；



(7) 正确表达逻辑关系。

【经典习题】

【例题 1·单选】关于双代号网络图绘制规则的说法，正确的是（ ）。

- A. 箭线不能交叉
- B. 关键工作必须安排在图画中心
- C. 只有一个起点节点
- D. 工作箭线只能水平线

【答案】C

【解析】本题考查双代号网络计划的绘图规则。A 可以交叉，比如过桥法或指向法；B 不是必须的；D 可以其他方向。

【例题 2·多选】下列关于双代号网络计划绘图规则的说法，正确的有（ ）。

- A. 网络图必须正确表达各工作间的逻辑关系
- B. 网络图中可以出现循环回路
- C. 网络图中一个节点只有一条箭线引入和一条箭线引出
- D. 网络图中严禁出现没有箭头节点或没有箭尾节点的箭线
- E. 双代号网络图中应只有一个起点节点和一个终点节点

【答案】ADE

【解析】双代号网络计划的绘图规则包括：

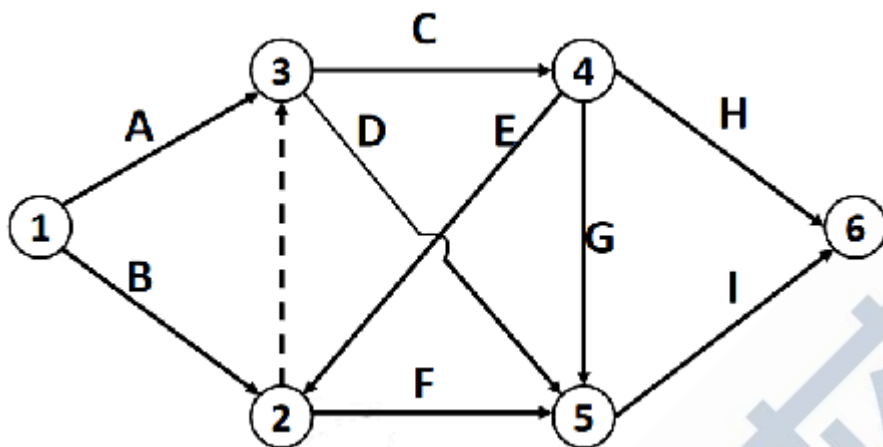
- ①双代号网络图必须正确表达已定的逻辑关系；
- ②双代号网络图中，严禁出现循环回路；
- ③双代号网络图中，在节点之间严禁出现带双向箭头或无箭头的边线；
- ④双代号网络图中，严禁出现没有箭头节点或没有箭尾节点的箭线；
- ⑤当双代号网络图的某些节点有多条外向箭线或多条内向箭线时，为使图形简洁，可使用母线法绘制（但应满足一项工作用一条箭线和相应的一对节点表示）；
- ⑥绘制网络图时，箭线不宜交叉。当交叉不可避免时，可用过桥法或指法；
- ⑦双代号网络图中应只有一个起点节点和一个终点节点（多目标网络计划除外），而其他所有



节点均应是中间节点；

⑧双代号网络图应条理清楚，布局合理。

【例题 3·单选】(2020) 双代号网络图如下图，图中存在的绘图错误是 ()。



- A. 存在多个终点节点
- B. 存在曲线形状的箭线
- C. 出现循环回路
- D. 存在多余的虚箭线

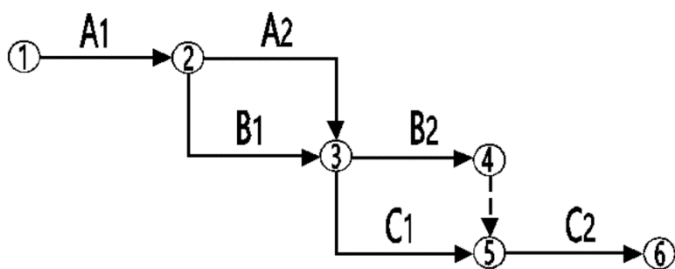
【答案】C

【解析】图中“②→③→④→②”是循环回路。

双代号网络计划的绘图规则：

- (1) 双代号网络图必须正确表达已定的逻辑关系
- (2) 双代号网络图中，严禁出现循环回路。所谓循环回路是指从网络图中的某一个节点出发，顺着箭线方向又回到了原来出发点的线路。
- (3) 双代号网络图中，在节点之间严禁出现带双向箭头或无箭头的连线。
- (4) 双代号网络图中，严禁出现没有箭头节点或没有箭尾节点的箭线。
- (5) 当双代号网络图的某些节点有多条外向箭线或多条内向箭线时，可使用母线法绘制
- (6) 绘制网络图时，箭线不宜交叉。
- (7) 双代号网络图中应只有一个起点节点和一个终点节点。

【例题 4·单选】(2019) 如下所示网络图中，存在绘图错误的是 ()。



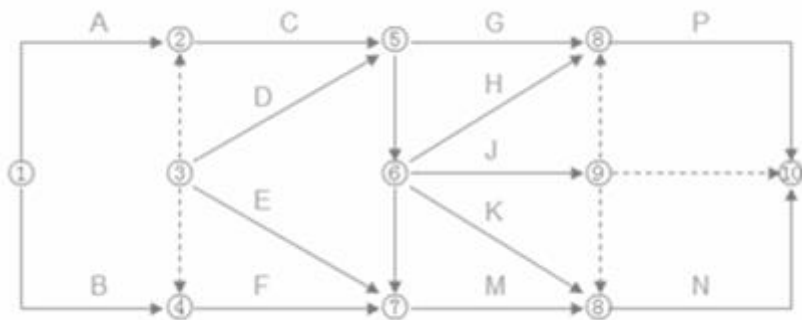
- A. 节点编号错误
- B. 工作编号重复
- C. 存在多余节点
- D. 有多个终点节点

【答案】B

【解析】A2 和 B1 共用同一对节点编号。

【例题 5·多选】某分部工程双代号网络计划如下图所示其存在的绘图错误有 ()。





- A. 多个终点节点
- B. 存在循环回路
- C. 多个起点节点
- D. 节点编号有误
- E. 有多余虚工作

【答案】CDE

【解析】双代号网络图的绘制规则。

【例题 6·多选】(2019) 某工程网络计划工作逻辑关系如下表所示，则工作 A 的紧后工作有 ()。

工作	A	B	C	D	E	G	H
紧前工作	-	A	A、B	A、C	C、D	A、E	E、G

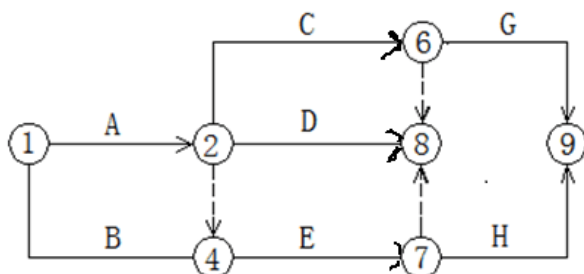
- A. 工作 B
- B. 工作 C
- C. 工作 D
- D. 工作 E
- E. 工作 G

【答案】ABCE

【解析】在双代号网络图中，通常将被研究的工作用 i—j 工作表示。紧排在本工作之前的工作称为紧前工作；紧排在本工作之后的工作称为紧后工作；与之平行进行的工作称为平行工作。

【例题 7·单选】(2017) 根据下表逻辑关系绘制的双代号网络图如下，存在的绘图错误是 ()。

工作名称	A	B	C	D	E	G	H
紧前工作	-	-	A	A	A、B	C	E



- A. 节点编号不对
- B. 逻辑关系不对
- C. 有多个终点节点
- D. 有多个起点节点



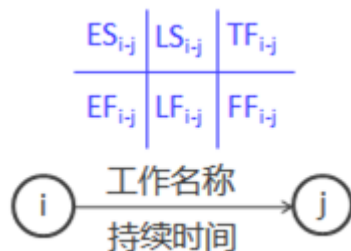
【答案】C

【解析】双代号网络图中应只有一个起点节点和一个终点节点, 图中存在 8、9 两个终点节点。

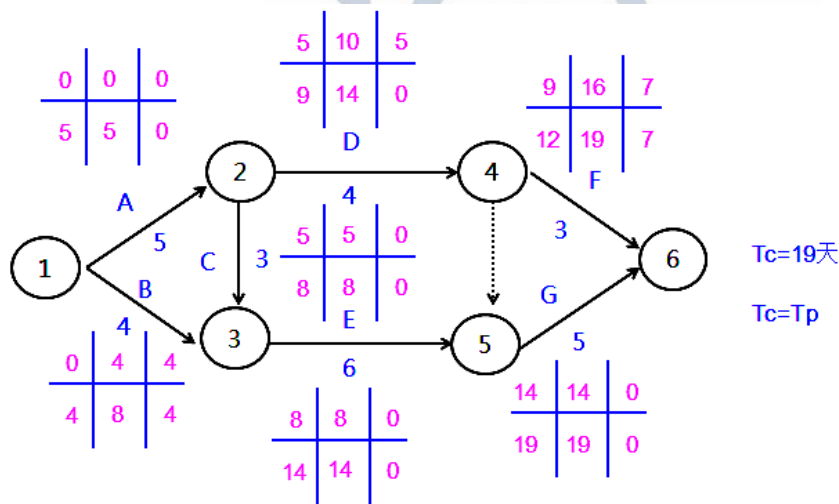
(三) 双代号网络计划时间参数的计算 (掌握)

1. 工作持续时间: (D_{i-j})2. 工期: (T)(1) 计算工期, T_c 表示: 根据网络计划时间参数计算出来的工期。(2) 要求工期, T_r 表示: 业主所要求的工期。(3) 计划工期, T_p 表示: 根据要求工期和计算工期, 项目经理部所确定的作为实施目标的工期。

3. 网络计划图中工作的 6 个时间参数及计算

(1) 若已知最早开始时间 ES_{i-j} , 则最早完成时间 $EF_{i-j}=ES_{i-j}+D_{i-j}$;(2) 若已知最迟完成时间 LF_{i-j} ; 则最迟开始时间 $LS_{i-j}=LF_{i-j}-D_{i-j}$;(3) 总时差 (TF_{i-j}): 在不影响总工期的前提下, 工作 $i-j$ 可以利用的所有机动时间。 $TF_{i-j}=LS_{i-j}-ES_{i-j}$ 或 $LF_{i-j}-EF_{i-j}$ (4) 自由时差 (FF_{i-j}): 在不影响其紧后工作最早开始的前提下, 工作 $i-j$ 可以利用的机动时间。 $FF_{i-j}=ES_{j-k}-EF_{i-j}$

举例:



“六时标注法”的计算原理:

(1) ES 、 EF : 定头算尾、顺加取大, 得 T_c ;(2) LS 、 LF : 根据 T_p , 定尾算头、逆减取小;(3) TF : $LS-ES$ 或 $LF-EF$;(4) FF : 紧后工作的 ES (如有多个取最小) 减本工作 EF 。

【经典习题】

【例题 1·单选】(2018) 关于双代号网络计划的工作最迟开始时间的说法, 正确的是 ()。

- A. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最小值减去持续时间
- B. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最大值
- C. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最小值



D. 最迟开始时间等于各紧后工作最迟开始时间的最大值减去持续时间

【答案】A

【解析】此题考查最迟开始时间的概念。最迟开始时间 (LS_{i-j})，是指在不影响整个任务按期完成的前提下，工作 $i-j$ 必须开始的最迟时刻。最迟开始时间等于最迟完成时间减去其持续时间： $LF_{i-j}=LF_{i-j}-D_{i-j}$ 。

【例题 2·单选】(2016) 某网络计划中，工作 A 有两项紧后工作 C 和 D，C、D 工作的持续时间分别为 12 天、7 天，C、D 工作的最迟完成时间分别为第 18 天、第 10 天，则工作 A 的最迟完成时间是第 () 天。

- A. 3
- B. 5
- C. 6
- D. 8

【答案】A

【解析】工作 C 的最迟开始时间=最迟完成时间-持续时间=18-12=6 天。

工作 D 的最迟开始时间=最迟完成时间-持续时间=10-7=3 天。

工作 A 的最迟完成时间=紧后工作最迟开始时间的最小值= $\min(6, 3)=3$ 天。

【例题 3·单选】(2020) 网络计划中，某项工作的持续时间是 4 天，最早第 2 天开始，两项紧后工作最早在第 8 和第 12 天开始。该项工作的自由时差是 () 天。

- A. 4
- B. 2
- C. 6
- D. 8

【答案】B

【解析】自由时差等于各个紧后工作的最早开始时间的最小值减去本工作的最早完成时间。即 $8-(2+4)=2$ 。

【例题 4·单选】(2018) 计算双代号网络计划的时间参数时，自由时差宜按 () 计算。

- A. 工作完成节点的最迟时间减去开始节点的最早时间再减去工作的持续时间
- B. 所有紧后工作的最迟开始时间的最小值减去本工作的最早完成时间
- C. 所有紧后工作的最早开始时间的最小值减去本工作的最早开始时间和持续时间
- D. 本工作与所有紧后工作之间时间间隔的最小值

【答案】C

【解析】计算工作自由时差，当工作 $i-j$ 有紧后工作 $j-k$ 时，其自由时差应为：

自由时差= $\min\{\text{紧后工作最早开始时间}-\text{本工作的最早完成时间}\}$ 或

自由时差= $\min\{\text{紧后工作最早开始时间}-(\text{本工作最早开始}+\text{持续时间})\}$

故答案为 C。

【例题 5·单选】(2020) 网络计划中，某项工作的最早开始时间是第 4 天，持续 2 天。两项紧后工作的最迟开始时间是第 9 和第 11 天。该项工作的最迟开始时间是第 () 天。

- A. 6
- B. 8
- C. 9
- D. 7

【答案】D

【解析】最迟完成时间等于各紧后工作的最迟开始时间的最小值： $\min(9, 11)$ 取最小值得 9；最迟开始时间等于最迟完成时间减去其持续时间，即 $9-2=7$ ，所以该项工作的最迟开始时间是第 7 天。

【例题 6·单选】(2016) 某网络计划中，工作 Q 有两项紧前工作 M、N，M、N 工作的持续时间分别为 4 天、5 天，M、N 工作的最早开始时间分别为第 9 天、第 11 天，则工作 Q 的最早开始时



间是第（ ）天。

- A. 9
- B. 14
- C. 15
- D. 16

【答案】D

【解析】工作 M 的最早完成时间=最早开始时间+持续时间=9+4=13 天。

工作 N 的最早完成时间=最早开始时间+持续时间=11+5=16 天。

工作 Q 的最早开始时间=紧前工作最早完成时间的最大值，即 $\max(13, 16) = 16$ 天。

【例题 7·单选】(2017) 某双代号网络计划中，工作 M 的最早开始时间和最迟开始时间分别为第 12 天和第 15 天，其持续时间为 5 天；工作 M 有 3 项紧后工作，它们的最早开始时间分别为第 21 天、第 24 天和第 28 天，则工作 M 的自由时差为（ ）天。

- A. 4
- B. 1
- C. 8
- D. 11

【答案】A

【解析】自由时差=紧后工作最早开始最小值-本工作最早完成，M 工作最早完成=12+5=17，M 的自由时差=21-17=4。

【例题 8·单选】(2016) 某网络计划中，已知工作 M 的持续时间为 6 天，总时差和自由时差分别为 3 天和 1 天；检查中发现该工作实际持续时间为 9 天，则其对工程的影响是（ ）。

- A. 既不影响总工期，也不影响其紧后工作的正常进行
- B. 不影响总工期，但使其紧后工作的最早开始时间推迟 2 天
- C. 使其紧后工作的最迟开始时间推迟 3 天，并使总工期延长 1 天
- D. 使其紧后工作的最早开始时间推迟 1 天，并使总工期延长 3 天

【答案】B

【解析】工作 M 拖延了 3 天，因此总工期不受影响，紧后工作最早开始时间将推迟 $3-1=2$ 天。

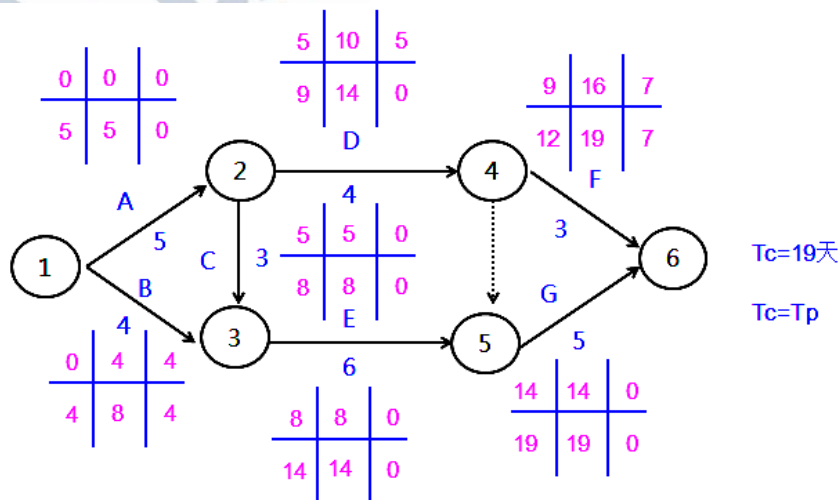
(四) 关键工作和关键线路的确定 (掌握)

①关键工作

定义：关键工作指的是网络计划中总时差最小的工作。

当计划工期等于计算工期时，总时差为零的工作就是关键工作。

举例：

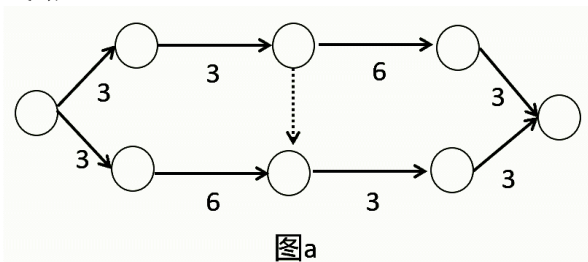


②关键线路

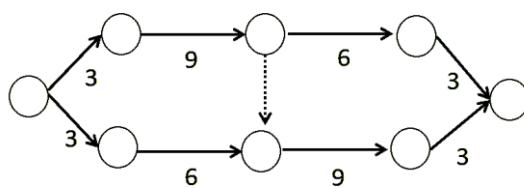
自始至终全部由关键工作组成的线路为关键线路，或线路上总的工作持续时间最长的线路为



关键线路。



图a



图b

【经典习题】

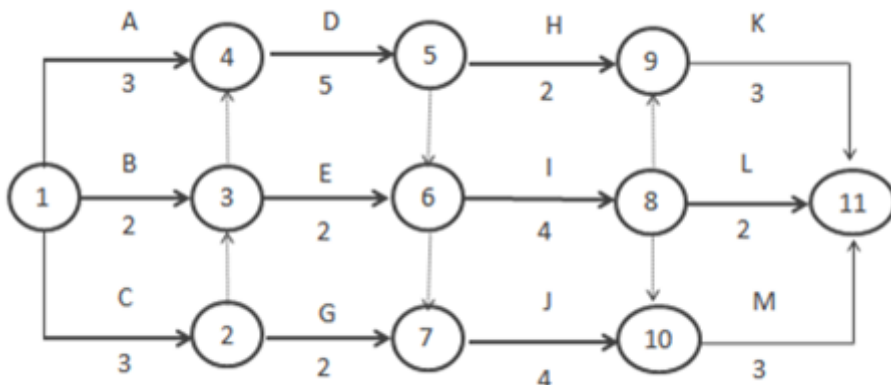
【例题 1 · 单选】(2020) 关于网络计划线路的说法, 正确的是 ()。

- A. 线路段是由多个箭线组成的通路
- B. 线路中箭线的长度之和就是该线路的长度
- C. 关键线路只有一条, 非关键线路可以有多条
- D. 线路可依次用该线路上的节点代号来表示

【答案】D

【解析】网络图中从起始节点开始, 沿箭头方向顺序通过一系列箭线与节点, 最后达到终点节点的通路称为线路。在一个网络图中可能有很多条线路, 线路中各项工作持续时间之和就是该线路的长度, 即线路所需要的时间。一般网络图有多条线路, 可依次用该线路上的节点代号来记述。

【例题 2 · 单选】双代号网络计划如下图所示 (时间单位: 天), 其关键路线有 () 条。



- A. 4
- B. 5
- C. 6
- D. 7

【答案】C

【解析】本题考查双代号网络计划。关键路线是: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 11$ 工期 $3+5+4+3=15$
 $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow 11$ 工期 $3+5+4+3=15$;
 $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 11$ 工期 $3+5+4+3=15$;
 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 11$ 工期 $3+5+4+3=15$;
 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow 11$ 工期 $3+5+4+3=15$;
 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 11$ 工期 $3+5+4+3=15$;

【例题 3 · 多选】关于双代号网络计划的说法, 正确的有 ()。

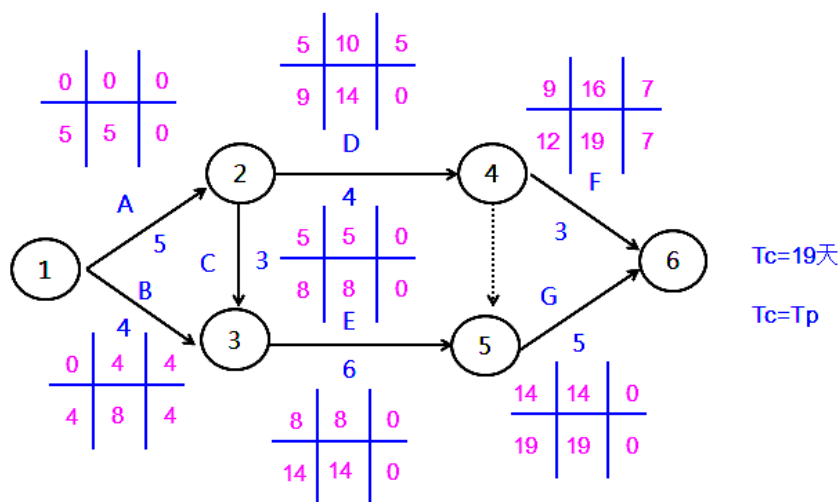
- A. 可能没有关键线路
- B. 至少有一条关键线路
- C. 在计划工期等于计划工期时, 关键工作为总时差为零的工作
- D. 在网络计划执行工程中, 关键线路不能转移
- E. 由关键节点组成的线路, 就是关键线路



【答案】BC

【解析】A 网络计划一定有关键线路；D 网络计划修改后会出现关键线路的转移；E 由关键节点组成的不一定是关键线路。

举例：



【考点总结】



