

单代号搭接网络计划

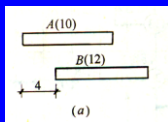
2.5

目录

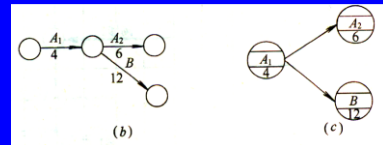
- (一) 单代号搭接网络计划概述
- (二) 几种搭接关系及其表示方法
- (三) 单代号搭接网络时间参数的计算
- (四) 单代号搭接网络的关键活动和关键线路的确定

(一) 单代号搭接网络计划概述

- 活动之间的衔接关系
 - 双代号网络计划
 - 单代号网络计划
- 活动之间的搭接关系
 - 紧前活动开始一段时间能为紧后活动提供一定开始工作条件后，紧后活动就与紧前活动平行进行



- 用双代号网络和单代号网络表示搭接关系会很复杂

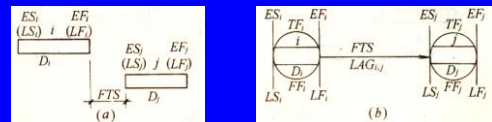


- 单代号搭接网络是表示搭接关系的简单方法
 - 用节点表示活动
 - 用箭线和时距表示逻辑顺序和搭接关系

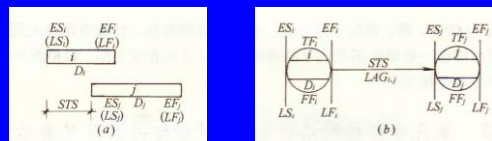
(二) 几种搭接关系及其表示方法

- 搭接关系用时距表示
 - 时距(Time Difference): 相邻两活动的开始或完成之间的时间间隔
- 时距类别
 - 四种基本时距
 - 完成到开始时距 $FTS_{i,j}$ (Finish to Start)
 - 开始到开始时距 $STS_{i,j}$ (Start to Start)
 - 完成到完成时距 $FTF_{i,j}$ (Finish to Finish)
 - 开始到完成时距 $STF_{i,j}$ (Start to Finish)
 - 混合时距
 - 由四种基本时距中的两种及以上的时距同时限制活动间的搭接关系

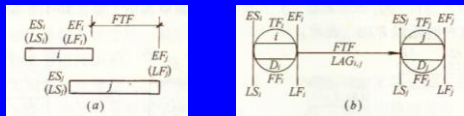
(1) FTS时距及其表示



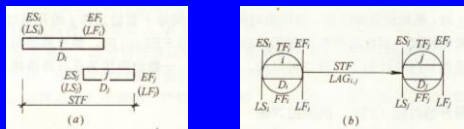
(2) STS时距及其表示



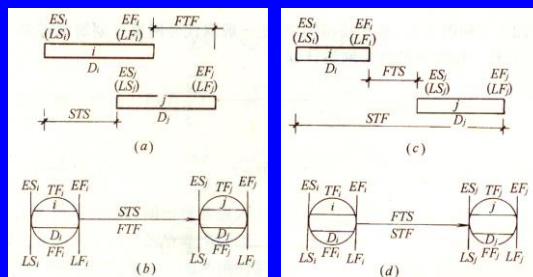
(3) FTF时距及其表示



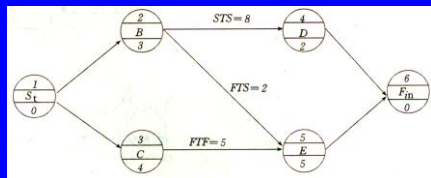
(4) STF时距及其表示



(5) 混合时距及其表示



● 单代号搭接网络示例



- 当只有FTS且FTS=0时，单代号搭接网络就成为一般的单代号网络
- 衔接关系是搭接关系的一种特殊形式

(三) 单代号搭接网络时间参数的计算

1) 单代号搭接网络时间参数及标注形式

● 活动参数

- D_i
- ES_i
- EF_i
- LS_i
- LF_i
- TF_i
- FF_i



● 线路参数

- 时距
- 时间间隔 $LAG_{i,j}$
- 工期

(2) 单代号搭接网络时间参数计算步骤

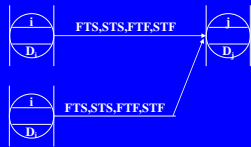
- 第一步：计算活动ES和EF
- 第二步：确定项目的 T_c 和 T_p
- 第三步：计算活动的LS和LF
- 第四步：计算活动的TF、FF
 - 计算相邻两项活动之间的时间间隔LAG
 - 计算活动的TF、FF

● 第一步：计算活动ES和EF

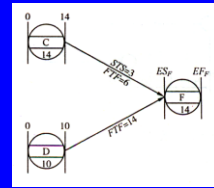
相邻活动的 搭接关系	搭接网络的 示意图形式表示	计算公式
FTS		$ES_j = ES_i + D_i + FTS_{i,j}$ $EF_j = ES_j + D_j$
STS		$ES_j = ES_i + STS_{i,j}$ $EF_j = ES_j + D_j$
FTF		$ES_j = ES_i + D_i + FTF_{i,j} - D_i$ $EF_j = ES_j + D_j$
STF		$ES_j = ES_i + STF_{i,j} - D_i$ $EF_j = ES_j + D_j$
混合关系		分别计算取最大值，如 $ES_j = \max\{ES_i + D_i + FTF_{i,j} - D_i, ES_i + STS_{i,j}\}$ $EF_j = ES_j + D_j$

活动最早时间计算综合公式

$$ES_j = \max_{\substack{Y \text{ 为 } i \text{ 的紧前活动} \\ i < j}} \left\{ \begin{array}{l} ES_i + D_i + FTS_{ij} \\ ES_i + STS_{ij} \\ ES_i + D_i + FTF_{ij} - D_j \\ ES_i + STF_{ij} - D_j \end{array} \right\}$$

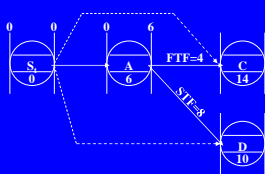


示例：计算F的最早时间



$$ES_F = \max \left\{ \begin{array}{l} ES_C + STS_{CF} \\ ES_C + D_C + FTF_{CF} - D_F \\ ES_D + D_D + FTF_{DF} - D_F \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 3 \\ 6 \\ 10 \end{array} \right\} = 10$$

示例：计算C和D的最早时间



$$ES_C = ES_A + D_A + FTF_{AC} - D_C = 0 + 6 + 4 - 14 = -4$$

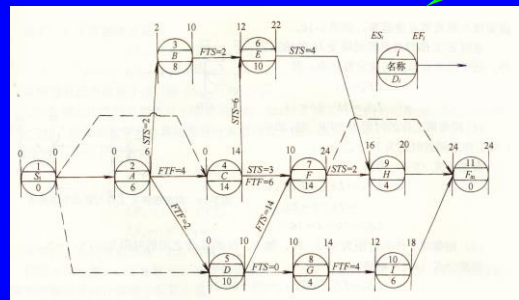
则令 $ES_C = 0$ ，并用虚线将C与 S_i 相连

$$ES_D = ES_A + STF_{AD} - D_C = 0 + 8 - 10 = -2$$

则令 $ES_D = 0$ ，并用虚线将D与 S_i 相连

练习：计算下列搭接网络的最早时间

■ 顺推



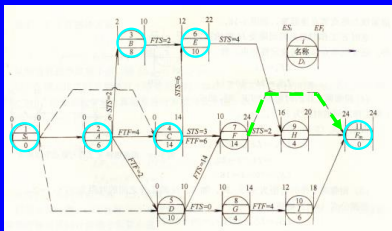
搭接网络最早时间练习答案

$$ES_B = ES_A + STS_{AB} = 0 + 2 = 2$$

$$ES_C = ES_B + D_B + FTS_{BC} = 2 + 8 + 2 = 12$$

$$ES_E = ES_C + STS_{CE} = 0 + 6 = 6$$

取最大

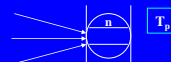


$$ES_C = ES_A + D_A + FTF_{AC} - D_C = 0 + 6 + 4 - 14 = -4$$

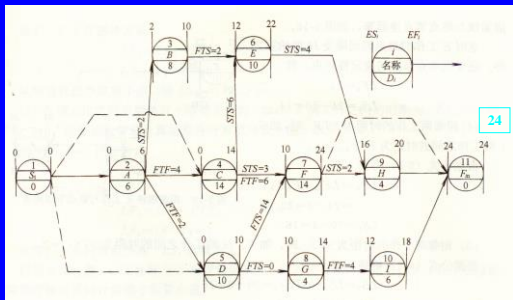
当中间活动的完成时间大于最后活动的完成时间时，必须先把该活动与终点节点用虚线连接起来，再依法计算终点时间

第二步：确定项目的 T_c 和 T_p

时间参数	计算公式
网络计划的计算工期 T_c	$T_c = EF_n$ (n 为终点节点)
计划工期 T_p	规定了要求工期时， $T_p \leq T_c$ 未规定要求工期时， $T_p = T_c$



– 练习：确定下列搭接网络的计算工期

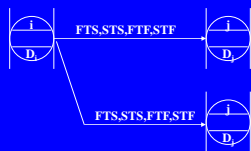


● 第三步：计算活动的LS和LF

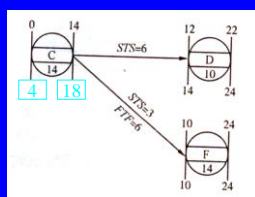
相邻活动的 搭接关系	搭接网络的 示意图形式表示	计算公式
FTS		$LF_i = LS_j - FTS_{ij}$ $LS_i = LF_i - D_i$
STS		$LF_i = LS_j - STS_{ij} + D_i$ $LS_i = LF_i - D_i$
FTF		$LF_i = LF_j - FTF_{ij}$ $LS_i = LF_i - D_i$
STF		$LF_i = LF_j - STF_{ij} + D_i$ $LS_i = LF_i - D_i$
混合关系		分别计算取最小值，如 $LF_i = \min(LF_j - FTF_{ij},$ $LS_j - STS_{ij} + D_i)$ $LS_i = LF_i - D_i$

– 活动最迟时间计算综合公式

$$LF_i = \min_{j \in \text{successors of } i} \left\{ \begin{array}{l} LS_j - FTS_{ij} \\ LS_j - STS_{ij} + D_i \\ LF_j - STF_{ij} + D_i \\ LF_j - FTF_{ij} \end{array} \right\}$$



– 示例：计算C的最迟时间



$$LF_C = LF_D - D_D - STS_{CD} + D_C$$

$$= 24 - 10 - 6 + 14 = 22$$

$$LF_C = LF_F - D_F - STS_{CF} + D_C$$

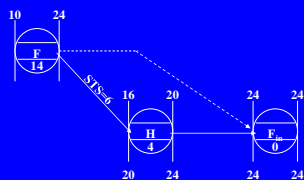
$$= 24 - 14 - 3 + 14 = 21$$

$$LF_C = LF_F - FTF_{CF}$$

$$= 24 - 6 = 18$$

三者取最小

– 示例：计算F的最迟时间



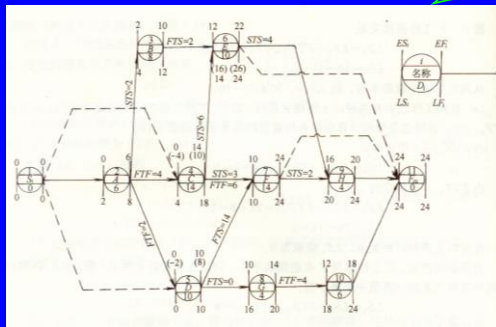
$$LF_F = LS_H - STS_{FH} + D_F$$

$$= 20 - 6 + 14 = 28 > T_c$$

则用虚线将F与F_{in}相连，
LF_F=24

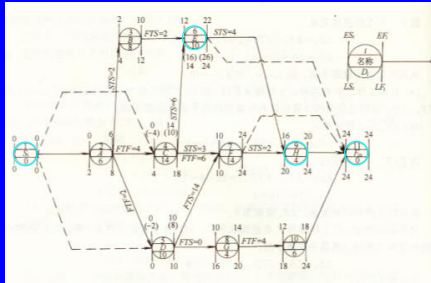
– 练习：计算下列搭接网络的最迟时间

■ 逆推



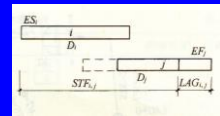
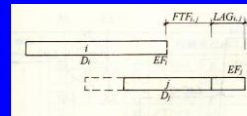
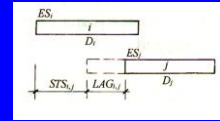
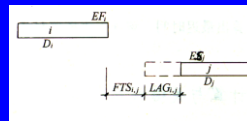
搭接网络最迟时间练习答案

$$LF_C = LS_H - STS_{CH} + D_C = 20 - 4 + 10 = 26 > T_C$$



第四步：计算活动的TF、FF

— 计算相邻两项活动之间的时间间隔LAG



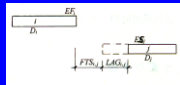
(补充)

- 在单代号网络中，时距是FTS=0这种特殊情况

时间参数	计算公式	说明
单代号网络中相应节点时间间隔LAG _{ij}	$LAG_{ij} = ES_j - EF_i$	标注在网络图相应箭线上

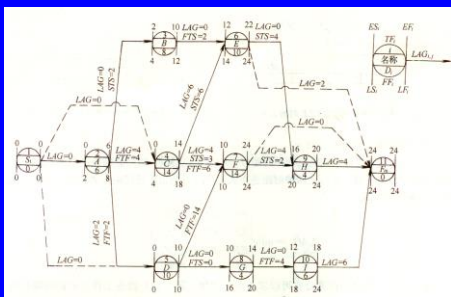


- 在单代号搭接网络中，情况之一FTS≠0，如下



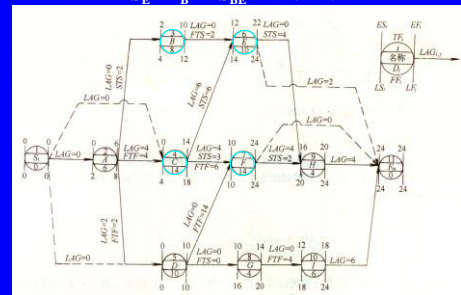
相邻活动的 搭接关系	搭接网络的 示意图形式表示	计算公式
FTS		$LAG_{ij} = ES_j - EF_i - FTS_{ij}$
STS		$LAG_{ij} = ES_j - ES_i - STS_{ij}$
FTF		$LAG_{ij} = EF_j - EF_i - FTF_{ij}$
STF		$LAG_{ij} = EF_j - ES_i - STF_{ij}$
混合关系		分别计算取最小值，如 $LAG_{ij} = \min(EF_j - EF_i - FTF_{ij}, ES_j - ES_i - STS_{ij})$

练习：计算下列搭接网络的时间间隔



搭接网络时间间隔计算答案

$$ES_F - EF_B - FTS_{BF} = 12 - 10 - 2 = 0$$



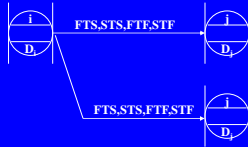
$$ES_F - ES_C - STS_{CF} = 10 - 0 - 3 = 7; EF_F - EF_C - FTF_{CF} = 24 - 14 - 6 = 4$$

计算活动的TF、FF

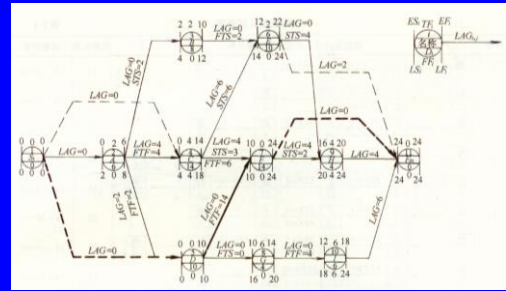
- $TF_i = LS_i - ES_i$
- $FF_i = LAG_{i,j}$ (活动i只有一个紧后活动j)
- $FF_i = \min\{LAG_{i,j}\}$ (活动i有两个以上的紧后活动)

$$FF_i = \min_{j \in J} \{LAG_{i,j}\} = \min_{j \in J} \left\{ \begin{array}{l} ES_j - EF_i - FTS_{ij} \\ ES_j - ES_i - STS_{ij} \\ EF_j - ES_i - STF_{ij} \\ EF_j - EF_i - FTF_{ij} \end{array} \right\}$$

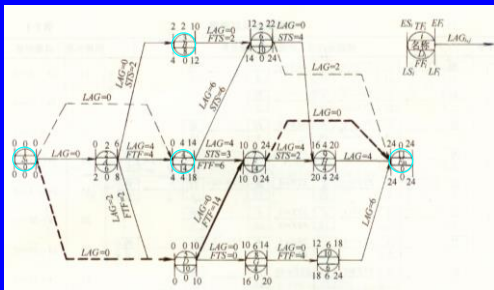
活动自由时差计算公式



练习：计算下列搭接网络的TF和FF



搭接网络TF和FF计算答案



(四) 单代号搭接网络的关键活动和关键线路的确定

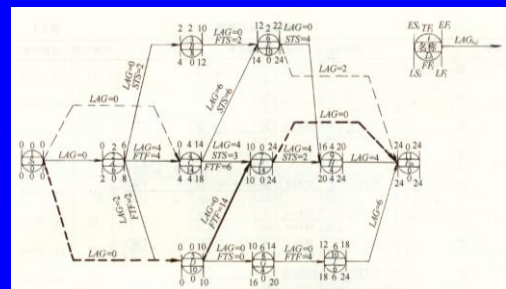
(1) 关键活动的确定

- 关键活动是网络计划中总时差最小的活动
 - 当计划工期等于计算工期时，这个“最小值”为0
 - 当计划工期大于计算工期时，这个“最小值”为正
 - 当计划工期小于计算工期时，这个“最小值”为负

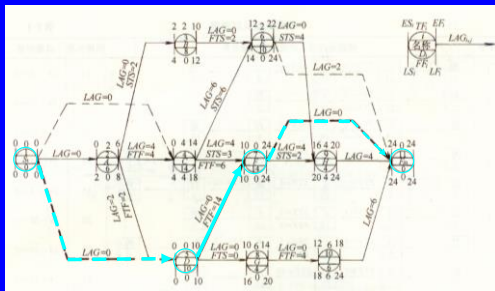
(2) 关键线路的确定

- 从起点节点开始到终点节点均为关键活动，且所有活动的间隔时间均为零的线路为关键线路
- 关键活动在网络图中应用粗线或双线或彩色线标出

练习：确定下列搭接网络的关键活动和关键线路



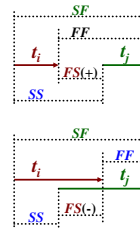
确定关键活动和关键线路



(供参考)

搭接网络时距转换和标注

注：各种时距都可用时距SS或FF表示。

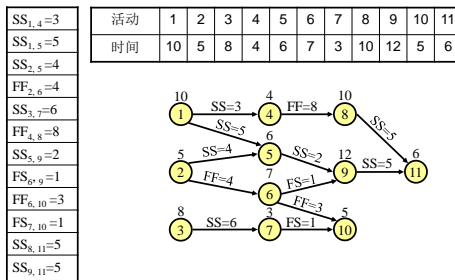


$$\begin{aligned} SS_{ij} &= FS_{ij} + t_i \\ &= SF_{ij} - t_j \\ &= FF_{ij} + t_i - t_j \end{aligned}$$

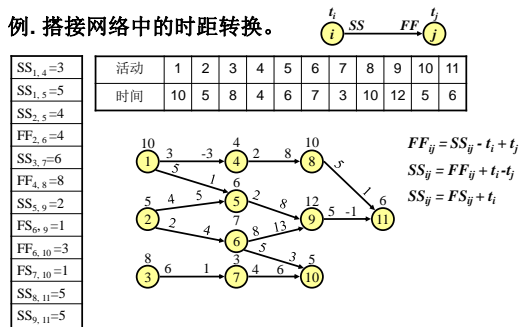
$$\begin{aligned} FF_{ij} &= SS_{ij} - t_i + t_j \\ &= FS_{ij} + t_j \\ &= SF_{ij} - t_i \end{aligned}$$

搭接网络时间计算

例. 下表给出了搭接网络的活动关系，绘图。



例. 搭接网络中的时距转换。



搭接网络时间计算

最早时间

$$\begin{aligned} ES(\text{起点}) &= 0 \\ ES_j &= \max_k \{ES_k + SS_{kj}\} \\ EF &= ES + t \end{aligned}$$

项目工期 $T = \max\{EF\}$

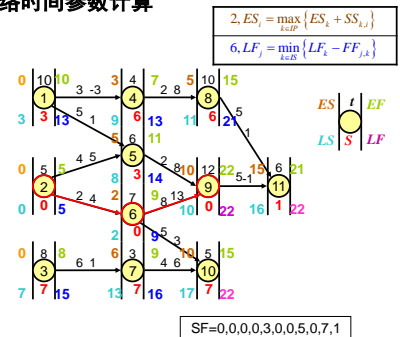
最迟时间

$$\begin{aligned} LF(\text{终点}) &= T \\ LF_j &= \min_k \{LF_k - FF_{jk}\} \\ LS &= LF - t \end{aligned}$$

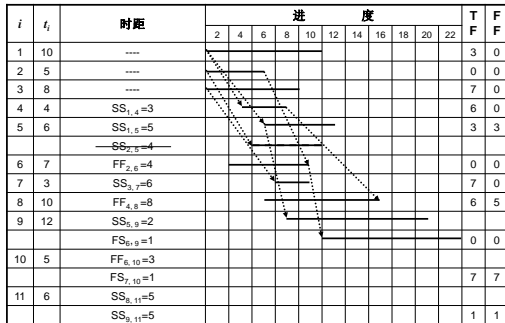
时差

$$\begin{aligned} S &= LF - EF = LS - ES \\ SF_j &= \min_k \{ES_k - ES_j - SS_{jk}\} \end{aligned}$$

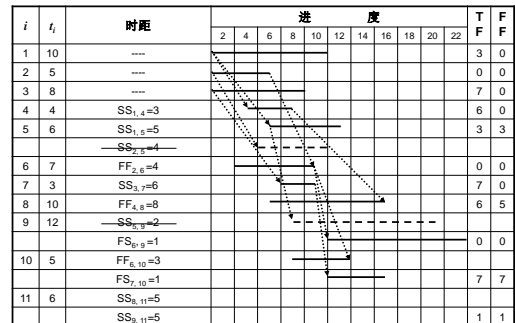
例. 搭接网络时间参数计算



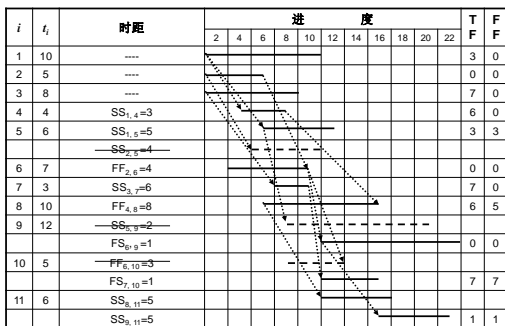
甘特(横道)进度图



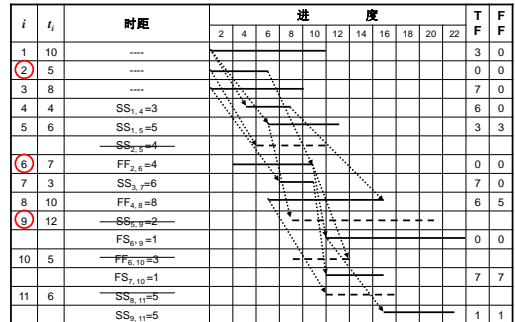
甘特(横道)进度图



甘特(横道)进度图



甘特(横道)进度图



搭接网络的特性:

- 当搭接关系出现矛盾时, 活动往后推延;
- 搭接网络的终节点并不一定标志着工程的结束; 由于搭接关系的影响, 可能中间节点决定工程完工期;
- 由于搭接关系的影响, 关键路线上关键活动时间总和并不一定等于完工期。