

2021 环球网校二级建造师《建筑工程管理与实务》直播大班课

专题十三：建筑工程施工进度管理 2

【专题知识框架】

专题十三
建筑工程
施工进度
管理 2

2A320023 网络计划方法 在建筑工程中的应用 (约 4 分)	1	网络计划时差、关键工作与关键线路★★★★
	2	网络计划方法的应用★★★★
2A320024 施工进度计划的 检查与调整(约 2.5 分)	3	施工进度计划调整示例★★★★
补充	4	双代号时标网络计划★★★★
补充	5	实际进度前锋线★★

【页码提示】

1	网络计划时差、关键工作与关键线路★★★★	P182
2	网络计划方法的应用★★★★	P182
3	施工进度计划调整示例★★★★	P185
4	双代号时标网络计划★★★★	补充
5	实际进度前锋线★★	补充

【知识点 1】网络计划时差、关键工作与关键线路★★★★

【补充-1】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，如下图所示：

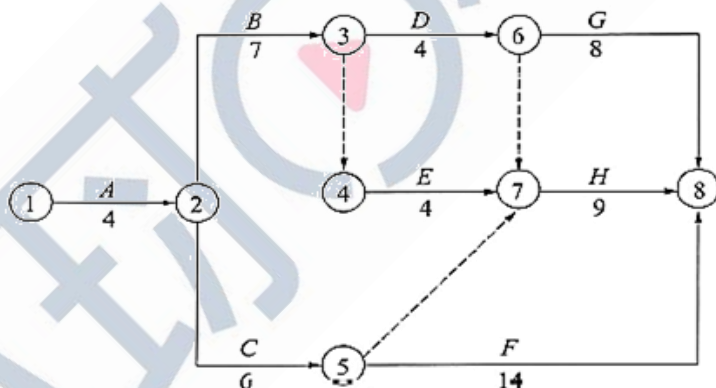
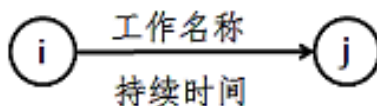


图 某工程施工进度计划网络图（单位：月）

①双代号网络图中，每一条**箭线**表示一项工作。箭线的**箭尾节点 i**表示该工作的开始，箭线的**箭头节点 j**表示该工作的完成。**工作名称**标注在箭线的上方，完成该项工作所需要的**持续时间**标注在箭线的下方，如图所示：



②在双代号网络图中，任意一条**实箭线**都要占用时间、消耗资源（有时只占用时间，不消耗资源，如混凝土养护。）

③**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**的作用。

【补充-2】紧前工作、紧后工作、平行工作

①紧前工作：紧排在本工作之前的工作。



方法：逆着箭线紧挨着本工作的工作。

②紧后工作：紧排在本工作之后的工作。

方法：顺着箭线紧挨着本工作的工作。

③紧前工作的结束，就是紧后工作的开始。

④平行工作：与之平行进行的工作。

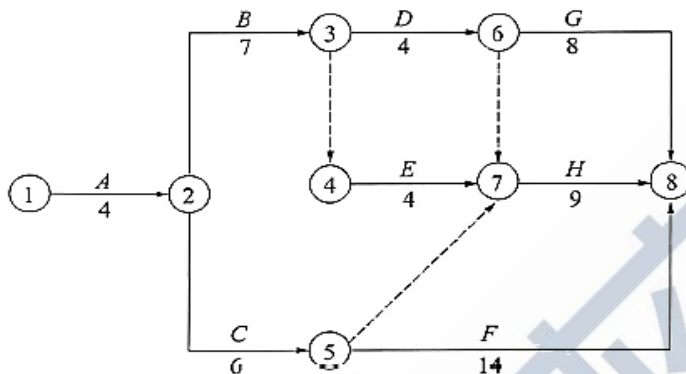


图 某工程施工进度计划网络图（单位：月）

1. 时差可分为总时差和自由时差两种。

工作总时差，是指在不影响**总工期**的前提下，本工作可以利用的机动时间；

工作自由时差，是指在不影响其**所有紧后工作**最早开始的前提下，本工作可利用的机动时间。

【注】工作的六个时间参数

ES	LS	TF	最早开始	最晚开始	总时差
EF	LF	FF	最早完成	最晚完成	自由时差

总时差 TF	$TF = LS - ES = LF - EF$
自由时差 FF	本工作的 $FF = \text{所有紧后工作 ES 的最小值} - \text{本工作 EF}$

2. **关键工作**：网络计划中总时差最小的工作。

3. **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。关键线路的工期即为网络计划的计算工期。

【提示】关键线路的两种表示方法：

①以关键节点表示，如①→②→③→④；

②以工作表示，如 A→B→C→D。

【知识点 2】网络计划方法的应用★★★

【案例 2A320053】【2018 案】【2019 案】

某工程项目总承包单位上报了如下施工进度计划网络图（时间单位：月）如图 2A320053 所示，并经总监理工程师和建设单位确认。

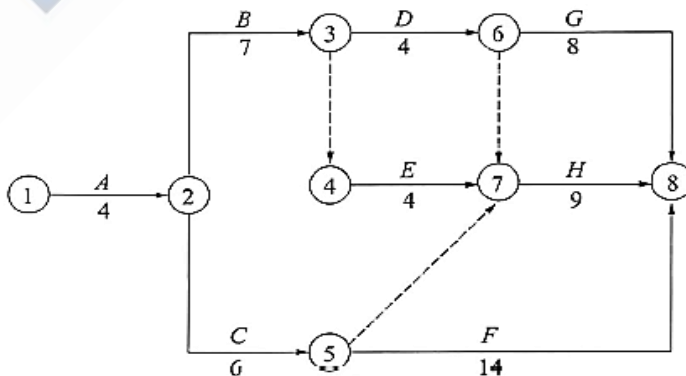


图 2A320053 某工程施工进度计划网络图

施工过程中发生了如下事件：

事件一：因为施工图纸滞后原因将 D 工作施工时间延长了 2 个月。

事件二：应建设单位要求施工单位采取了有效措施将 H 工作施工时间缩减至 7 个月。

2. 问题

(1) 针对原施工进度计划网络图，写出关键线路（以工作表示）并计算其总工期；
列式计算原施工进度计划中工作 G 的总时差和自由时差。

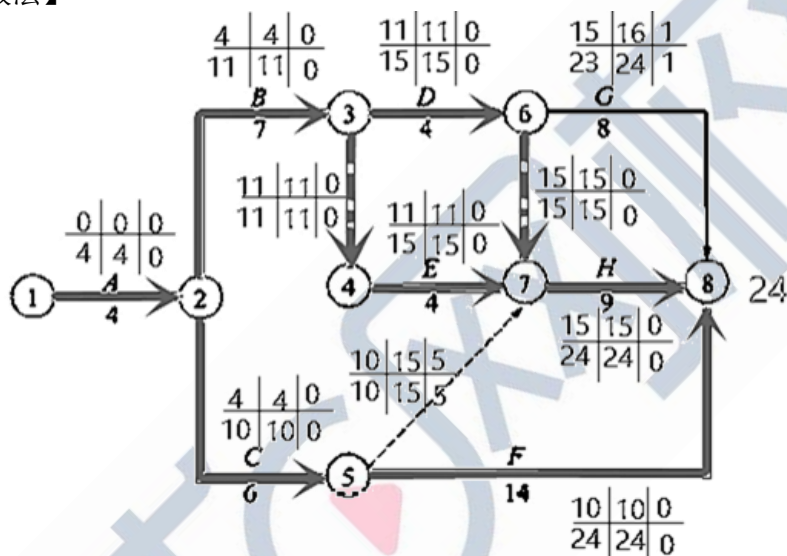
(2) 写出事件一发生后的关键线路，并计算调整后总工期。

(3) 写出事件二发生后的关键线路，并计算调整后总工期。

(4) 两次事件发生后，列式计算工作 C、工作 E 的总时差、自由时差。

3. 分析与答案

(1) 【六时参数法】



【提示】六时参数法步骤

顺向累加取大，逆向累减取小；横向相减总时差，斜向相减自由时差。

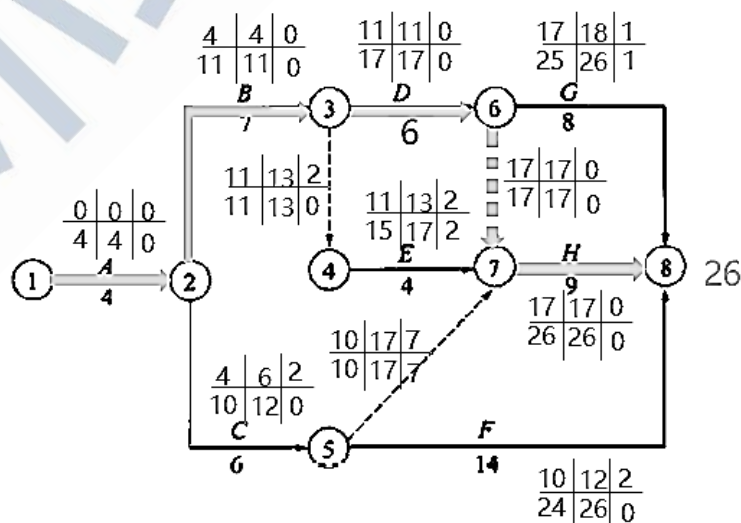
计算顺序：ES→EF→LF→LS→TF→FF。

(1) 关键线路共有 3 条，分别为：A→B→D→H；A→B→E→H；A→C→F。总工期：T=24 个月。

G 工作总时差为：LS_G-ES_G=16-15=1 月；

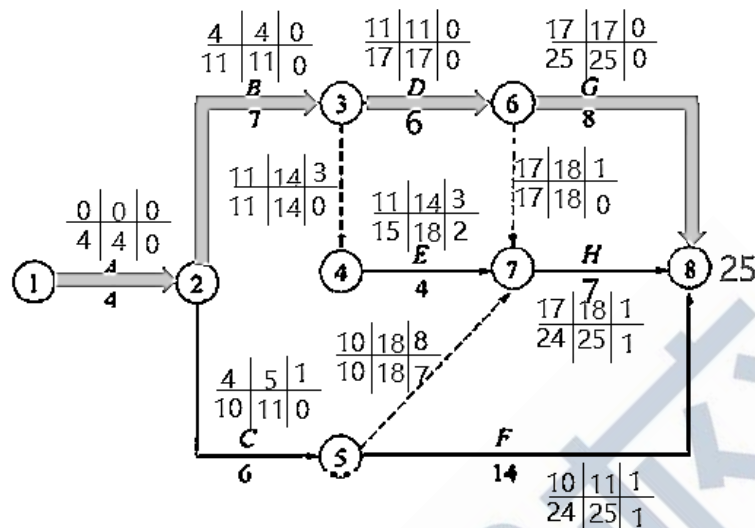
由于 G 工作的尾节点是终节点，故 G 工作自由时差为：T-EF_G=24-23=1 月。

(2) 【六时参数法】



事件一发生后，关键线路为：A→B→D→H；总工期为：26 个月。

(3) (4) 【六时参数法】



(3) 事件二发生后，关键线路为：A→B→D→G；总工期为：25 个月。

(4) 时差计算：

C 工作总时差 = $LS_C - ES_C = 5 - 4 = 1$ 月；C 工作自由时差 = $\min(ES_F, ES_H) - EF_C = 10 - 10 = 0$ 月。

E 工作总时差 = $LS_E - ES_E = 14 - 11 = 3$ 月；E 工作自由时差 = $ES_H - EF_E = 17 - 15 = 2$ 月。

【技巧】用标号法找关键线路

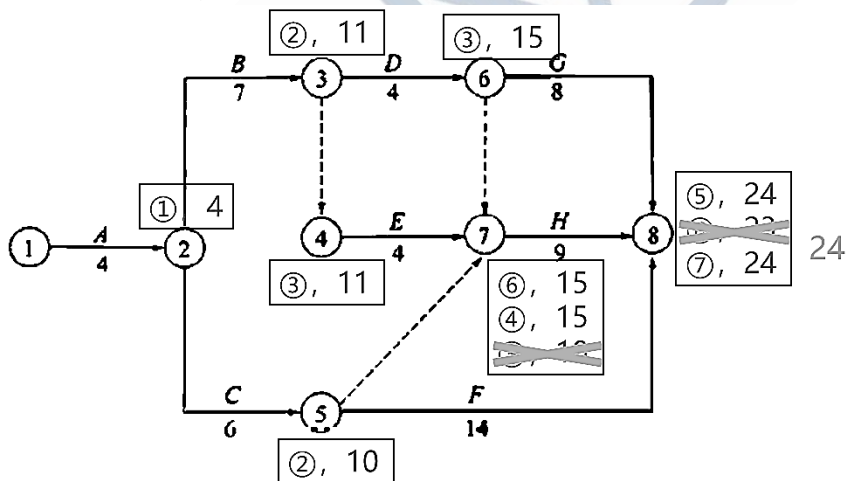


图 2A320053 某工程施工进度计划网络图（单位：月）

【知识点 3】施工进度计划调整示例★★★

【案例 2A320054】【2016 案】

某单项工程，按图 2A320054-1 所示进度计划网络图组织施工。

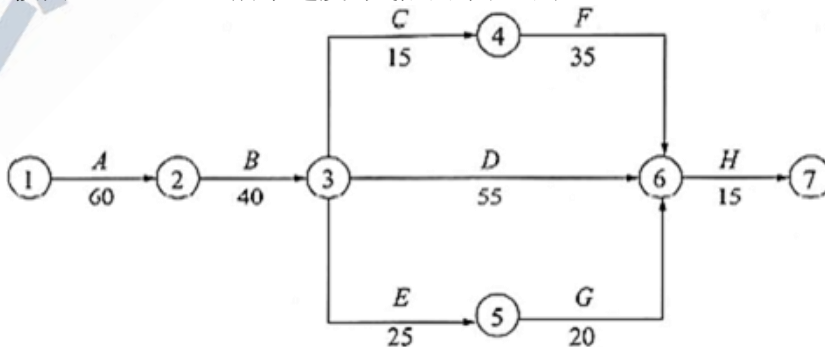


图 2A320054-1 进度计划网络图

事件一：在第 75 天进行的进度检查时发现：工作 A 已全部完成，工作 B 刚刚开工。建设单位要求施工单位必须采取赶工措施，保证总工期。项目部向建设单位上报了进度计划调整方案，其中调整步骤是分析进度计划检查结果，分析进度偏差的影响并确定调整的对象和目标，选择适当的调整方法，编制调整方案。建设单位认为内容不全。本工程各工作相关参数见表 2A320054：

相关参数表

表 2A320054

序号	工作	最大可压缩时间 (d)	赶工费用 (元/d)
1	A	10	200
2	B	5	200
3	C	3	100
4	D	10	300
5	E	5	200
6	F	10	150
7	G	10	120
8	H	5	420

事件二：项目部向施工企业负责人上报阶段项目进度报告，其内容主要包括：进度执行情况的综合描述，实际施工进度，资源供应进度。但遭到施工企业负责人的批评。认为内容不完整，要求补充后上报。

2. 问题

- (1) 事件一中应如何调整原计划并列出详细调整过程；试计算经调整后所需投入的赶工费用。
- (2) 重新绘制事件一发生后的进度计划网络图，并列出关键线路（以工作表示）。
- (3) 事件一中，还应补充调整施工进度计划步骤的哪些内容？
- (4) 事件二中，项目进度报告还应补充哪些内容？【2020 案】

3. 参考答案

- (1) 解答如下：

【提示】工期优化步骤

- ① 盯准关键线路、关键工作
- ② 压缩同时要考虑与之平行的线路关键线路不能变为非关键线路
- ③ 经济、合理原则

步骤	压缩对象	压缩天数	增加费用 (元)	总工期 (d)	关键线路
第1压缩	B	5	$5 \times 200 = 1000$	$185 - 5 = 180$	B→D→H
第2压缩	D	5	$5 \times 300 = 1500$	$180 - 5 = 175$	B→D→H B→C→F→H
第3压缩	CD同时	3	$3 \times 100 + 3 \times 300 = 1200$	$175 - 3 = 172$	B→D→H B→C→F→H
第4压缩	H	2	$2 \times 420 = 840$	$172 - 2 = 170$	B→D→H B→C→F→H

- 1) A 拖后 15d，此时的关键线路：B→D→H：

- ① 其中工作 B 赶工费率最低，故先对工作 B 持续时间进行压缩。

工作 B 压缩 5d，因此增加费用为： $5 \times 200 = 1000$ 元；

总工期为： $185 - 5 = 180$ d；

关键线路：B→D→H。

- ② 剩余关键工作中，工作 D 赶工费率最低，故应对工作 D 持续时间进行压缩。



工作 D 压缩的同时,应考虑与之平等的各线路,以各线路工作正常进展均不影响总工期为限。
故工作 D 只能压缩 5d, 因此增加费用为: $5 \times 300 = 1500$ 元;

总工期为: $180 - 5 = 175$ d;

关键线路: $B \rightarrow D \rightarrow H$ 和 $B \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow H$ 两条。

③剩余关键工作中,存在三种压缩方式:同时压缩工作 C、工作 D;同时压缩工作 F、工作 D;压缩工作 H。

同时压缩工作 C 和工作 D 的赶工费率最低,故应对工作 C 和工作 D 同时进行压缩。工作 C 最大可压缩天数为 3d, 故本次调整只能压缩 3d, 因此增加费用为: $3 \times 100 + 3 \times 300 = 1200$ 元;

总工期为: $175 - 3 = 172$ d;

关键线路: $B \rightarrow D \rightarrow H$ 和 $B \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow H$ 两条。

④剩下压缩方式中,压缩工作 H 赶工费率最低,故应对工作 H 进行压缩。

工作 H 压缩 2d, 因此增加费用为: $2 \times 420 = 840$ 元;

总工期为: $172 - 2 = 170$ d。

⑤通过以上工期调整,工作仍能按原计划的 170d 完成。

2) 所需投入的赶工费为: $1000 + 1500 + 1200 + 840 = 4540$ 元。

(2) 调整后的进度计划网络图如图 2A320024-2 所示:

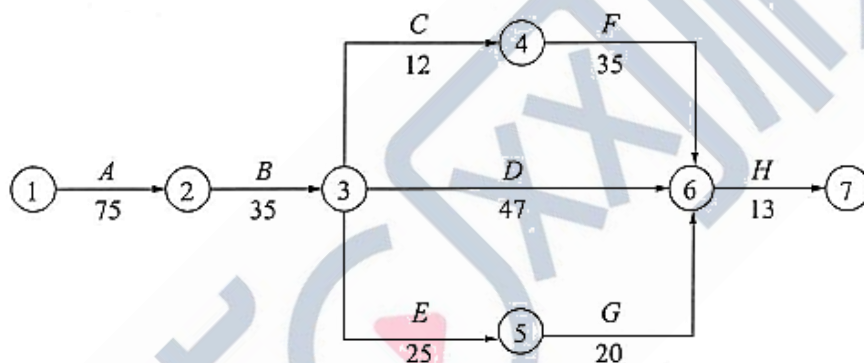


图 2A320024-2 调整后的进度计划网络图

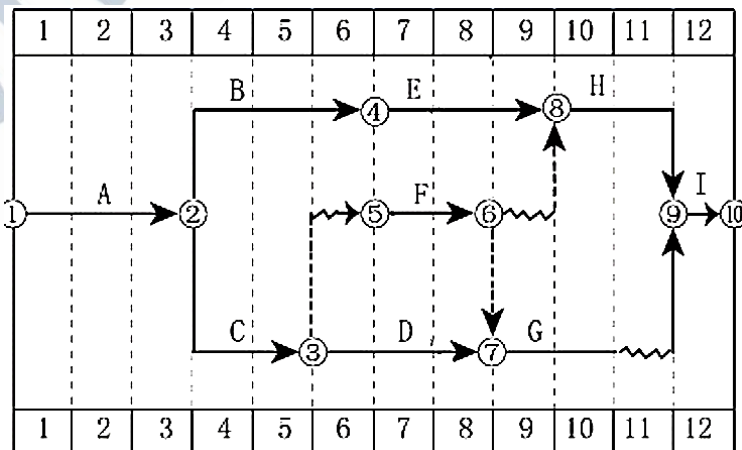
其关键线路为: $A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow H$ 和 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow F \rightarrow H$ 。

(3) 还应补充:对调整方案进行评价和决策;调整;确定调整后付诸实施的新施工进度计划。

(4) 还应补充:工程变更、价格调整、索赔及工程款收支情况;进度偏差状况及导致偏差的原因分析;解决问题的措施;计划调整意见。

【知识点 4】双代号时标网络计划★★★【补充】

1. 双代号时标网络计划是以时间坐标为尺度编制的网络计划,时标网络计划中应以实箭线表示工作,以虚箭线表示虚工作。

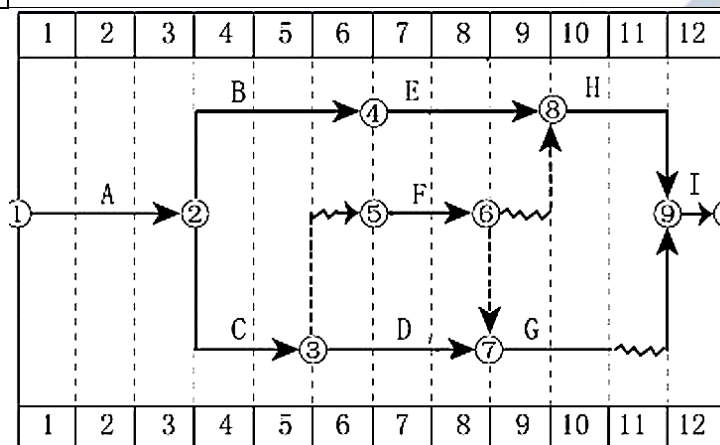


2. **关键线路的判定**：从终点节点开始，逆着箭线方向查看，自始至终不出现波形线的线路即为关键线路。

3. 计算工期的判定：等于终点节点所对应的时标值与起点节点对应的时标值之差。

4. 工作六个时间参数的判定

ES	工作箭线左边节点中心
EF	工作箭线右边节点中心
FF	实工作的自由时差 等于工作中波形线的水平投影长度 特例：虚工作上的波形线表示时间间隔
TF	等于本工作的自由时差加上后续线路中波形线之和的最小值 计算方法 ：计算某一项工作的总时差，则以该工作为起点工作，寻找通过该工作的所有线路，分别计算各线路中的波形线长度之和，波形线长度之和的最小值即该工作的总时差
LS	ES+TF
LF	EF+TF



工作名称	本工作自由时差	后续线路	波形线之和	本工作总时差
F	0	⑥→⑧→⑨→⑩	1	0+1=1
		⑥→⑦→⑨→⑩	1	
D	0	⑦→⑨→⑩	1	0+1=1

【知识点 5】实际进度前锋线★★【补充】

前锋线可以直观地反映出检查日期有关工作实际进度与计划进度之间的关系。对某项工作来说，其实际进度与计划进度之间的关系可能存在以下三种情况：

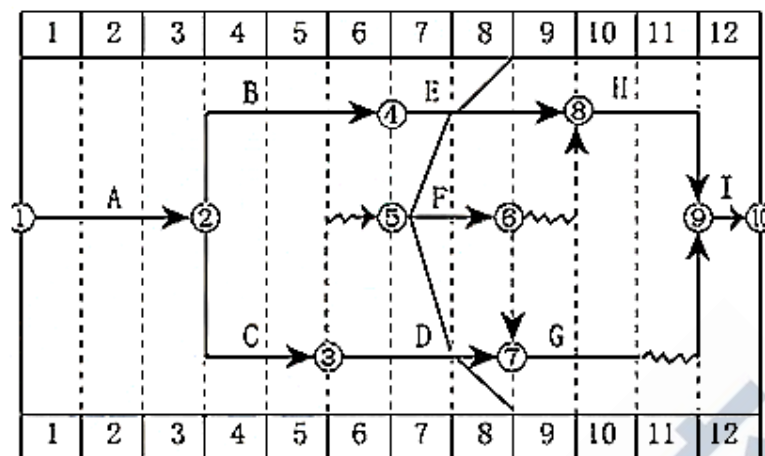
工作实际进展位置点落在检查日期的 左侧	表明该工作实际进度 拖后 ，拖后的时间为二者之差
工作实际进展位置点与检查日期 重合	表明该工作实际进度与计划进度 一致
工作实际进展位置点落在检查日期的 右侧	表明该工作实际进度 超前 ，超前的时间为二者之差

注：以上比较是针对**匀速**进展的工作。

【例题·案例节选】【2017 案】

某建筑施工单位在新建办公楼工程前，按《建筑施工组织设计规范》规定的编制了本工程的施工组织设计。在施工组织设计中，施工进度计划以时标网络图（时间单位：月）形式表示。在第 8 个月末，施工单位对现场实际进度进行检查，并在时标网络图中绘制了实际进度前锋线，如下图所示：





【问题】

3. 写出网络图中前锋线所涉及各工序的实际进度偏差情况；如后续工作仍按原计划的速度进行，本工程的实际完工工期是多少个月？

【参考答案】

3. 工序 E 工作实际进度拖后 1 个月。

F 工作实际进度拖后 2 个月。

D 工作实际进度拖后 1 个月。

如后续工作仍按原计划的速度进行，本工程的实际完工工期是 13 个月。

