

2023 一级造价工程师《建设工程造价案例分析（土建、安装）》知识点精讲

第二章 工程设计、施工方案技术经济分析

【知识点】工期、费用优化

(一) 工期优化

所谓工期优化，是指网络计划的计算工期不满足要求工期时，通过压缩关键工作的持续时间以满足要求工期目标的过程。

网络计划工期优化的基本方法是在不改变网络计划中各项工作之间逻辑关系的前提下，通过压缩关键工作的持续时间来达到优化目标。在工期优化过程中，按照经济合理的原则，**不能将关键工作压缩成非关键工作**。此外，当工期优化过程中**出现多条关键线路时，必须将各条关键线路的总持续时间压缩相同数值，否则，不能有效地缩短工期**。

网络计划的工期优化可按下列步骤进行：

(1) 确定初始网络计划的计算工期和关键线路。

(2) 按要求工期计算应缩短的时间。

(3) 选择应缩短持续时间的关键工作。选择压缩对象时宜在关键工作中考虑下列因素：

①缩短持续时间对质量和安全影响不大的工作；②有充足备用资源的工作；

③缩短持续时间所需增加的费用最少的工作。

(4) 将所选定的关键工作的持续时间压缩至最短，并重新确定计算工期和关键线路。

若被压缩的工作变成非关键工作，则应延长其持续时间，使之仍为关键工作。

(5) 当计算工期仍超过要求工期时，则重复上述(2)~(4)，直至计算工期满足要求工期或计算工期已不能再缩短为止。

(6) 当所有关键工作的持续时间都已达到其能缩短的极限而寻求不到继续缩短工期的方案，但网络计划的计算工期仍不能满足要求工期时，应对网络计划的原技术方案、组织方案进行调整，或对要求工期重新审定。

(二) 费用优化

费用优化又称工期成本优化，是指寻求工程**总成本最低时的工期安排，或按要求工期寻求最低成本的计划安排的过程**。

费用优化可按以下步骤进行：

(1) 按工作的正常持续时间确定计算工期和关键线路。

(2) 计算各项工作的直接费用率。

(3) 当只有一条关键线路时，应找出直接费用率最小的一项关键工作，作为缩短持续时间的对象；当有多条关键线路时，应找出组合直接费用率最小的一组关键工作，作为缩短持续时间的对象。

(4) 对于选定的压缩对象，首先比较其直接费用率或组合直接费用率与工程间接费用率的大小：

①如果被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率大于工程间接费用率，说明压缩关键工作的持续时间会使工程总费用增加，此时应停止缩短关键工作的持续时间，在此之前的方案即为优化方案；

②如果被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率等于工程间接费用率，说明压缩关键工作的持续时间不会使工程总费用增加，故应缩短关键工作的持续时间；

③如果被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率小于工程间接费用率，说明压缩关键工作的持续时间会使工程总费用减少，故应缩短关键工作的持续时间。

(5) 当需要缩短关键工作的持续时间时，其缩短值的确定必须符合下列两条原则：

①缩短后工作的持续时间不能小于其最短持续时间；

②缩短持续时间的工作不能变成非关键工作。

(6) 计算关键工作持续时间缩短后相应增加的总费用。

(7) 重复上述(3)~(6)的，直至计算工期满足要求工期或被压缩对象的直接费用率或组合直接费用率大于工程间接费用率为止。

(8) 计算优化后的工程总费用。

【例题·案例题】【第二章案例十四】

问题：

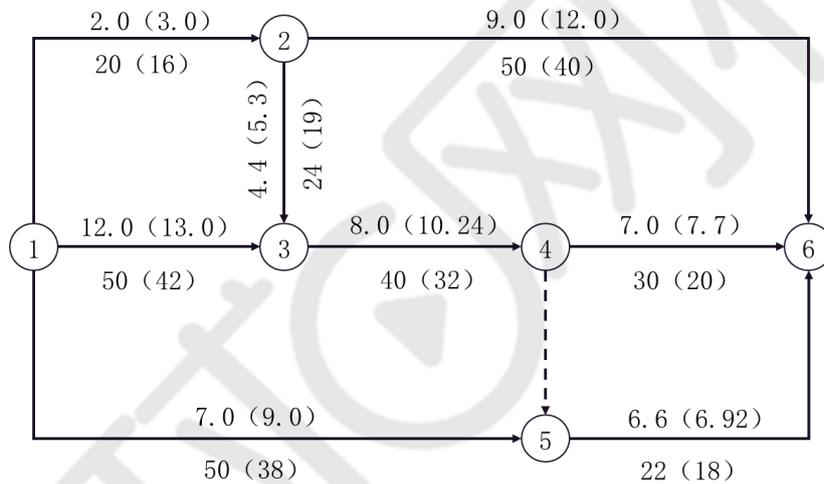


1. 确定该工程的关键线路，并计算正常**工期**和**总费用**。
2. 确定该工程的**总费用最低时所对应的工期和最低总费用**。
3. 建设方提出若用 98 天完成该项目，可得奖励 6000 元，对施工方是否有利？相对于正常工期下的总费用，施工方节约（或超支）多少费用？

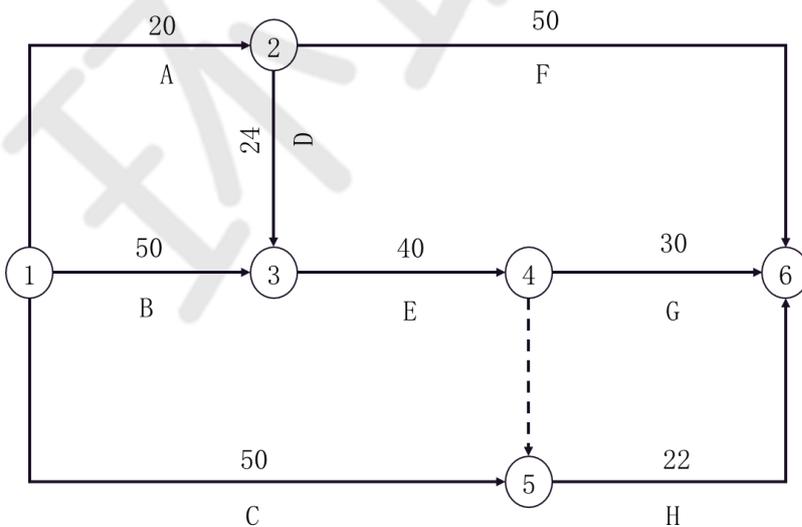


背景:

已知某工程的网络计划如图所示，箭线上方括号外为正常工作时间直接费（万元），括号内为最短工作时间直接费（万元），箭线下方括号外为正常工作持续时间（天），括号内为最短工作持续时间（天）。正常工作时间的间接费为 15.80 万元，**间接费率为 0.20 万元/天**。



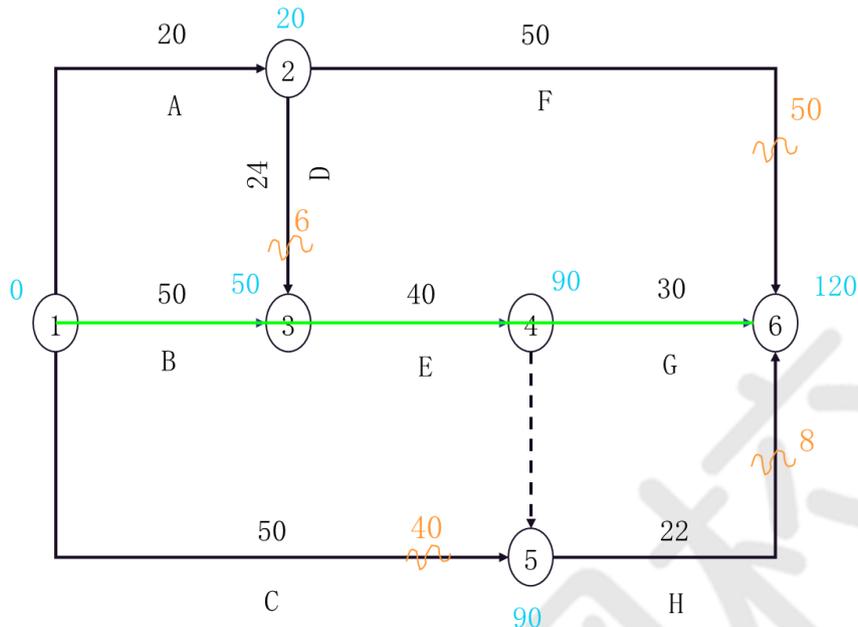
原网络计划图



原网络计划图

为方便大家学习，故增设工作名称

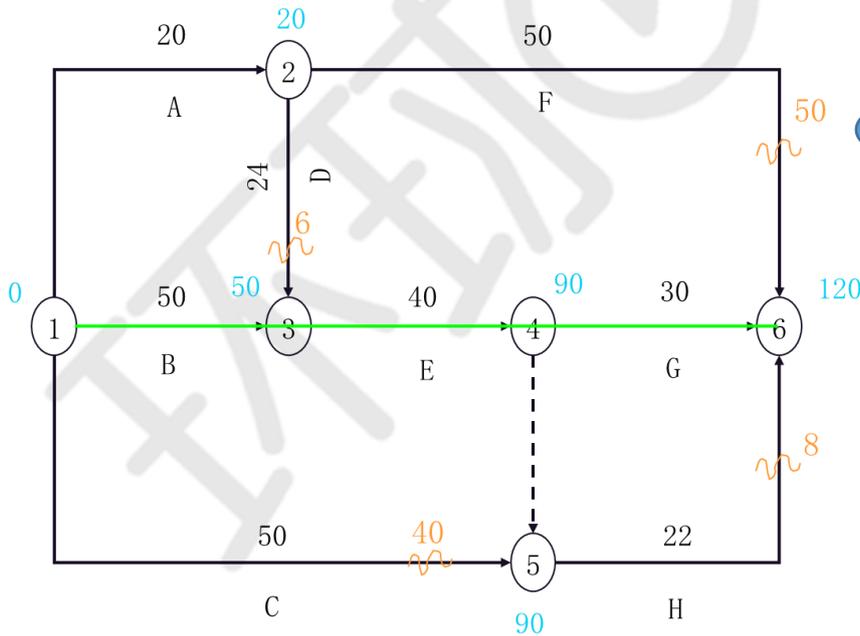




关键线路 + 工期 + 总费用

原网络计划图伏击追踪

- ①关键线路: 1-3-4-6 (B-E-G)
- ②工期=120天
- ③总费用= (2.0+12.0+7.0+4.4+9.0+8.0+7.0+6.6) +15.8=71.80万元



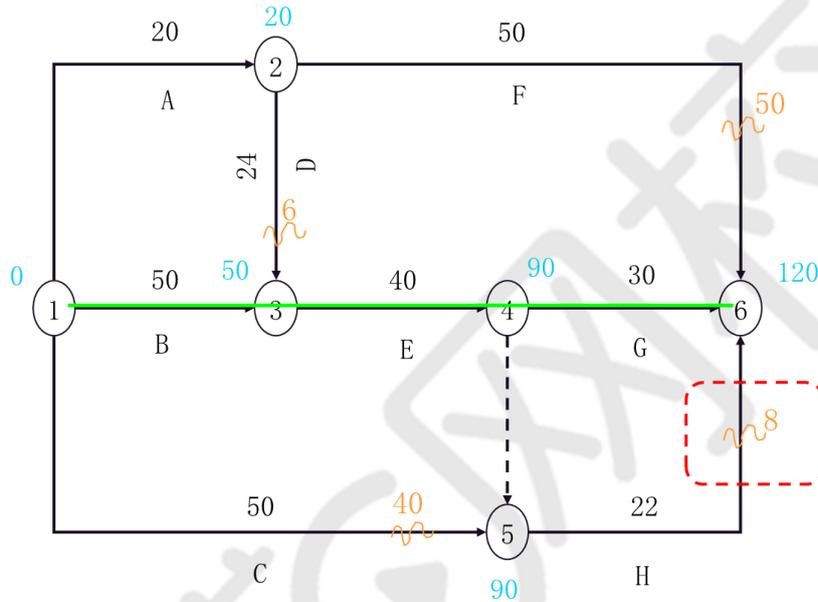
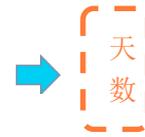
1. 只能压缩关键工作
2. 关键工作不能转变为非关键工作

原网络计划图伏击追踪

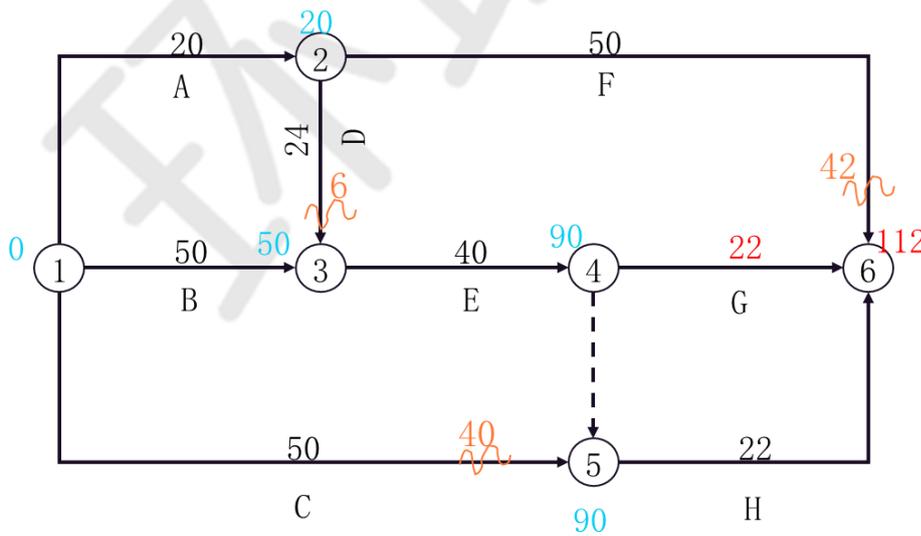
工作名称	可压缩天数	压缩费/天
A	4	0.25
B	8	0.125
C	12	0.167



D	5	0.18
E	8	0.28
F	10	0.3
G	10	0.07
H	4	0.08



- 第一步:
- ① 压缩 4-6 的 G 工作 8 天
 - ② 新工期=120-8=112 天
 - ③ 总费用=71.80+0.07×8-0.20×8=70.76 万元
 - ④ 关键线路: 1-3-4-6 和 1-3-4-5-6



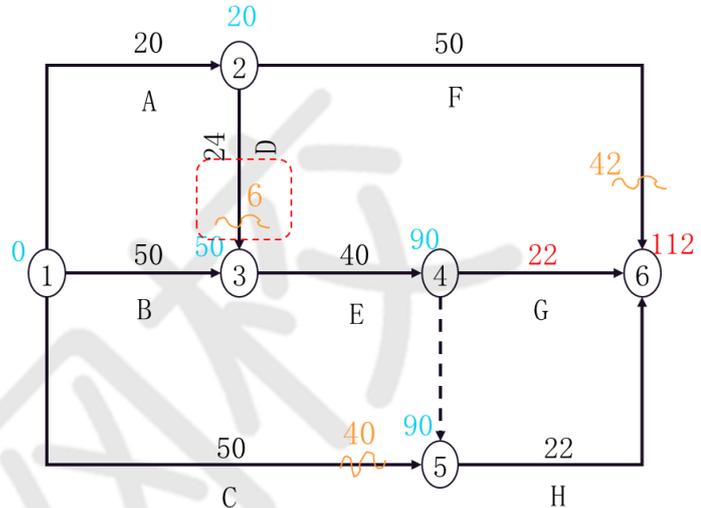
压缩 G 工作 8 天后的
网络图伏击追踪



压缩方案	①压缩 E	0.28 万
	②同时压缩 G 和 H	$0.07+0.08=0.15$ 万
	③压缩 B	0.125 万



工作名称	可压缩天数	压缩费/天
A	4	0.25
B	8	0.125
C	12	0.167
D	5	0.18
E	8	0.28
F	10	0.3
G	$10-8=2$	0.07
H	4	0.08



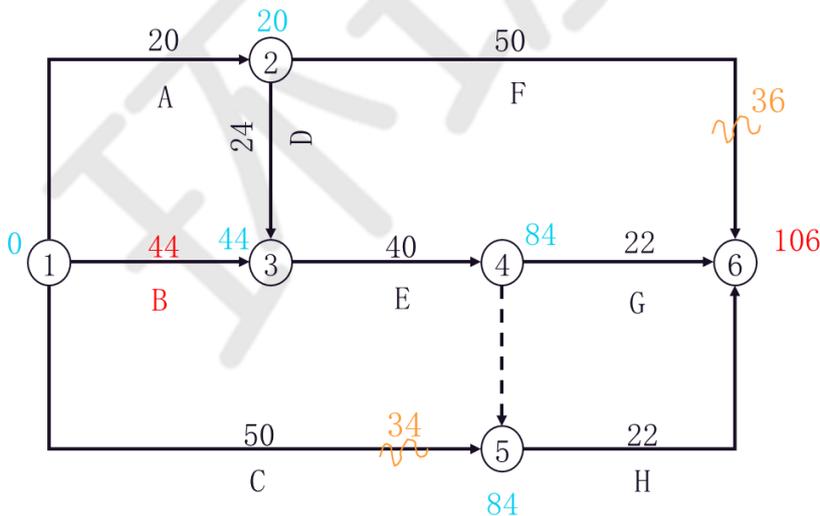
第二步:

① 压缩 1-3 的 B 工作 6 天

② 新工期= $112-6=106$ 天

③ 总费用= $70.76+6 \times 0.125-0.20 \times 6=70.31$ 万元

④ 关键线路: 1-2-3-4-6; 1-3-4-6;
1-2-3-4-5-6; 1-3-4-5-6



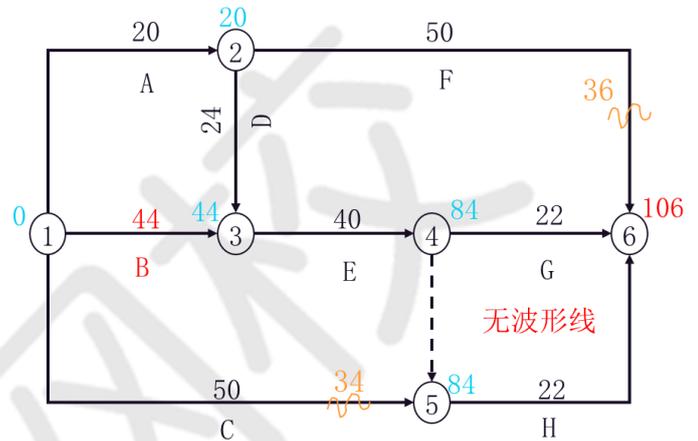
压缩 B 工作 6 天后的
网络图伏击追踪



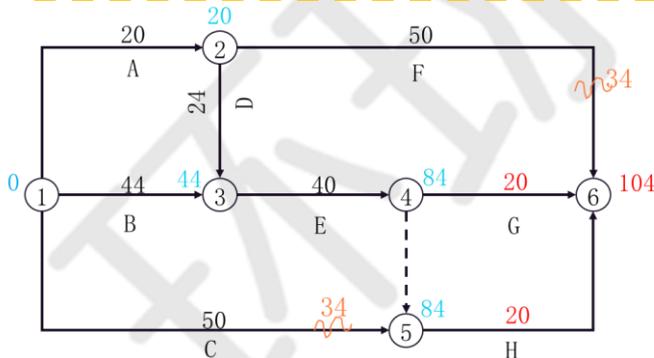
压缩方案	①同时压缩 A 和 B	$0.25+0.125=0.375$ 万
	②同时压缩 B 和 D	$0.125+0.18=0.305$ 万
	③压缩 E	0.28 万
	④同时压缩 G 和 H	$0.07+0.08=0.15$ 万

同时压缩 G、H 天数

工作名称	可压缩天数	压缩费/天
A	4	0.25
B	$8-6=2$	0.125
C	12	0.167
D	5	0.18
E	8	0.28
F	10	0.3
G	$10-8=2$	0.07
H	4	0.08



第三步：
 ① 同时压缩 G 工作和 H 工作各 2 天
 ② 新工期= $106-2=104$ 天
 ③ 总费用= $70.31+0.150 \times 2-0.20 \times 2=70.21$ 万元
 ④ 关键线路：1-2-3-4-6； 1-3-4-6；
 1-2-3-4-5-6； 1-3-4-5-6



同时压缩 G、H 工作 2 天后的网络图伏击追踪

压缩方案	①同时压缩 A 和 B	$0.25+0.125=0.375$ 万
	②同时压缩 B 和 D	$0.18+0.125=0.305$ 万
	③压缩 E	0.28 万

压缩 E
 $0.28 \text{ 万元} > 0.20 \text{ 万元}$
 费用优化至此结束



工作名称	可压缩天数	压缩费/天
A	4	0.25
B	8-6=2	0.125
C	12	0.167
D	5	0.18
E	8	0.28
F	10	0.3
G	10-8-2=0	0.07
H	4-2=2	0.08

【参考答案】

问题 1:

关键线路 1-3-4-6, 工期为 120 天。

总费用 = $(2.0 + 12.0 + 7.0 + 4.4 + 9.0 + 8.0 + 7.0 + 6.6) + 15.8 = 71.80$ 万元

问题 2:

第一次压缩:

① 压缩 4-6 的 G 工作 8 天

② 新工期 = $120 - 8 = 112$ 天③ 总费用 = $71.80 + 0.07 \times 8 - 0.20 \times 8 = 70.76$ 万元

④ 关键线路: 1-3-4-6; 1-3-4-5-6

第二次压缩:

① 压缩 1-3 的 B 工作 6 天

② 新工期 = $112 - 6 = 106$ 天③ 总费用 = $70.76 + 6 \times 0.125 - 0.20 \times 6 = 70.31$ 万元

④ 关键线路: 1-2-3-4-6; 1-3-4-6; 1-2-3-4-5-6; 1-3-4-5-6

第三次压缩:

① 同时压缩 4-6 的 G 工作和 5-6 的 H 工作各 2 天

② 新工期 = $106 - 2 = 104$ 天③ 总费用 = $70.31 + 0.150 \times 2 - 0.20 \times 2 = 70.21$ 万元

④ 关键线路: 1-2-3-4-6; 1-3-4-6; 1-2-3-4-5-6; 1-3-4-5-6

费用最低的优化工期 106-2=104 天

总费用 $70.31 + 0.150 \times 2 - 0.20 \times 2 = 70.21$ 万元

问题 3:

压缩 3-4 的 E 工作, 可压缩 8 天。

∵ $104 - 98 = 6$ 天 ∴ 压缩 6 天即可 $6 \times 0.28 - 6 \times 0.20 = 0.48$ 万, 奖励的 0.6 万 > 0.48 万, 对施工方有利,工期为 98 天时总费用 (扣除奖励) = $70.21 + 0.48 - 0.6 = 70.09$ 万元施工方可节约费用 = $71.80 - 70.09 = 1.71$ 万元

【解题步骤】

费用优化的方案比选题目解题步骤:

01 确定关键线路

02 计算各工作压缩费率

03 确定应压缩的工作

04 结合网络图判断应压缩的天数



05 确定压缩后的关键线路

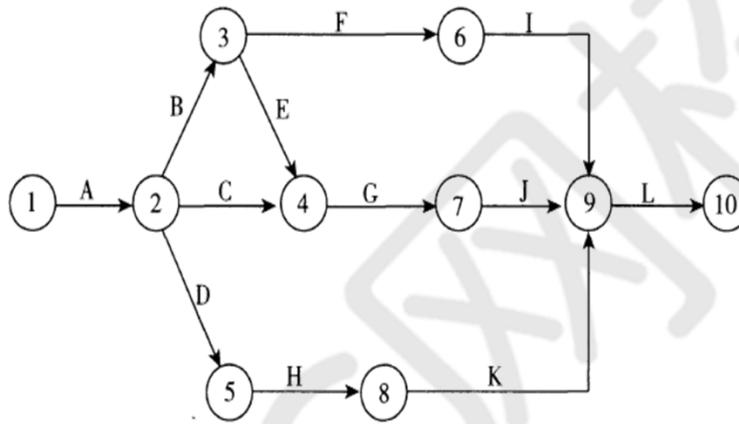
06 循环步骤至达到要求

【例题·案例题】【第二章案例十三】

1. 分别计算两种施工组织方案的工期和综合费用并确定其关键线路。

2. 如果对该工程采用混合方案组织施工（所有工作时间安排均只存在表格中两种方案工作安排的的可能性），压缩后的工期必须小于合同工期，应如何组织施工较经济？相应的工期和综合费用（施工单位总花费）各为多少？（在本题的解题过程中不考虑工作持续时间变化对网络计划关键线路的影响）

根据工作之间的逻辑关系，某工程施工网络计划如图所示。该工程有两个施工组织方案，相应的各工作所需的持续时间和费用见表。在施工合同中约定：合同工期为 271 天，实际工期每拖延 1 天，逾期违约金为 0.5 万元；实际工期每提前 1 天，提前工期奖为 0.5 万元。



某工程施工网络计划

基础资料表

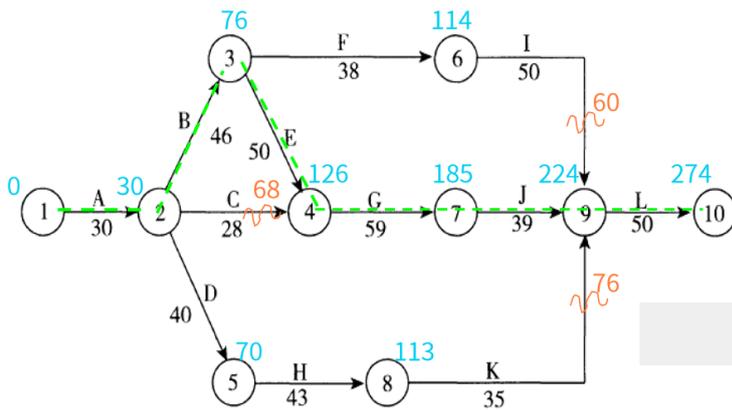
工 作	施工组织方案 I		施工组织方案 II	
	持续时间 (d)	费用 (万元)	持续时间 (d)	费用 (万元)
A	30	13	28	16
B	46	20	42	22
C	28	10	28	10
D	40	19	39	19.5
E	50	23	48	23.5
F	38	13	38	13
G	59	25	55	28
H	43	18	43	18
I	50	24	48	25
J	39	12.5	39	12.5
K	35	15	33	16
L	50	20	49	21

备注：施工组织方案 II 为各项工作极限短时间

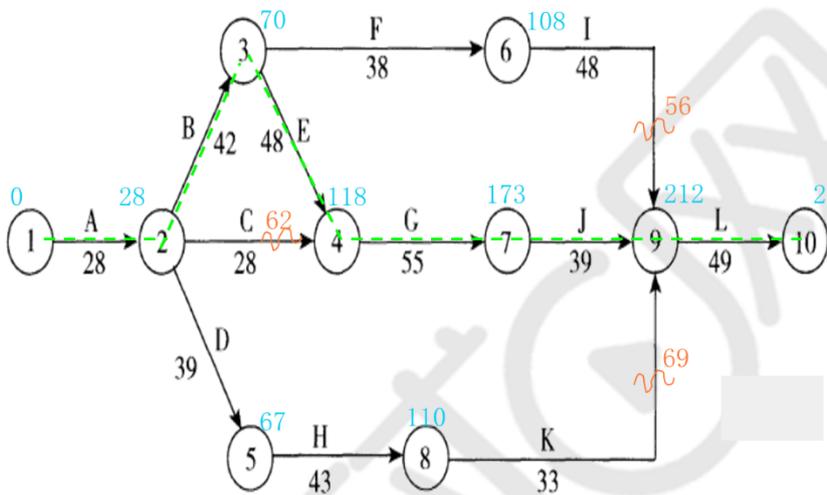


【参考答案】

问题 1:



关键线路为 1-2-3-4-7-9-10
工期 $T_1=274d$
方案 I 的总费用为 212.5 万元
则其综合费用 C_1
 $=212.5 + (274-271) \times 0.5$
 $=214$ (万元)



方案 II 施工网络计划

关键线路: 1-2-3-4-7-9-10
工期 $T_2=261d$
方案 II 的总费用为 224.5 万元
综合费用 $C_2=224.5 + (261-271) \times 0.5$
 $=219.5$ (万元)

基础资料表

工 作	施工组织方案 I		施工组织方案 II		压缩费率 (万元/d)
	持续时间(d)	费用(万元)	持续时间(d)	费用(万元)	
A	30	13	28	16	1.5
B	46	20	42	22	0.5
C	28	10	28	10	
D	40	19	39	19.5	
E	50	23	48	23.5	0.25
F	38	13	38	13	
G	59	25	55	28	0.75
H	43	18	43	18	
I	50	24	48	25	
J	39	12.5	39	12.5	0
K	35	15	33	16	
L	50	20	49	21	1

工期奖罚 0.5 万/d

问题 2:



1. **在方案 I 的基础上**，按压缩费用从少到多的顺序压缩关键线路
第一步：压缩 E 工作两天，工期= $274-2=272$ 天，
费用= $212.5+2\times 0.25=213$ （万元）
第二步：压缩 B 工作四天，工期= $272-4=268$ 天，
费用= $213+4\times 0.5=215$ （万元）
综合费用= $215-(271-268)\times 0.5=213.5$ （万元）

环球网校

