

2023 一级造价工程师《建设工程造价管理》知识点精讲
第三章 工程项目管理
第五节 工程网络计划技术

四、网络计划的优化

工期优化、费用优化、资源优化三种。

【知识点】工期优化

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。

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。

【知识点】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。

1. 费用与时间的关系

(1) 工程费用与工期的关系。

工程总费用由直接费和间接费组成，

直接费会随着工期的缩短而增加。

间接费一般会随着工期的缩短而减少。

2. 费用优化方法

费用优化的基本思路：不断地在网络计划中找出直接费用率（或组合直接费用率）最小的关键工作，缩短其持续时间。

同时考虑间接费随工期缩短而减少的数值，最后求得工程总成本最低时的最优工期安排或按要求工期求得最低成本的计划安排。

【例题讲解】

【例题·多选】当工程项目网络计划的计算工期不能满足要求工期时，需压缩关键工作的持续时间，此时可选的关键工作有（ ）。

- A. 持续时间长的工作
- B. 紧后工作较多的工作
- C. 对质量和安全影响不大的工作
- D. 所需增加的费用最少的工作
- E. 有充足备用资源的工作

【答案】CDE

【解析】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。

【例题·单选】工程项目网络计划的费用优化是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，该优化过程通常假定工作的直接费与其持续时间之间的关系可被近似地认为是（ ）。

- A. 一条平行于横坐标的直线
- B. 一条下降的直线
- C. 一条上升的直线
- D. 一条上凸的曲线

【答案】B

【解析】工作直接费与持续时间的关系类似于工程直接费与工期之间的关系，工作的直接费随着持续时间的缩短而增加，如图所示。为简化计算，工作的直接费与持续时间之间的关系被近似地认为是一条直线关系，直接费随着时间的增加而降低，呈一条下降的直线。



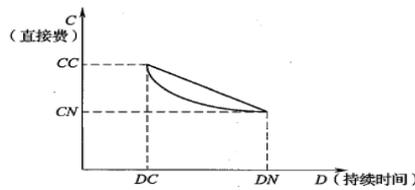


图 3.5.14 直接费-持续时间曲线
DN—工作的正常持续时间；
CN—按正常持续时间完成工作时所需的直接费；
DC—工作的最短持续时间；
CC—按最短持续时间完成工作时所需的直接费

【知识点】资源优化

资源是指为完成一项计划任务所需投入的人力、材料、机械设备和资金等。完成一项工程任务所需要的资源量基本上是不变的，不可能通过资源优化将其减少。

资源优化的目的是通过改变工作的**开始时间和完成时间**，使资源、按照时间的分布符合优化目标。两种优化：

- 1) “资源有限、工期最短”的优化。
- 2) “工期固定，资源均衡”的优化。

【例题讲解】

【例题·单选】工程网络计划资源优化的目的是通过改变（ ），使资源按照时间的分布符合优化目标。

- A. 工作间逻辑关系
- B. 工作的持续时间
- C. 工作的开始时间和完成时间
- D. 工作的资源强度

【答案】C

【解析】资源优化的目的是通过改变工作的开始时间和完成时间，使资源按照时间的分布符合优化目标。

五、网络计划执行中的控制

【知识点】实际进度与计划进度的比较方法

在工程网络计划执行过程中，常用的进度比较方法有**前锋线法**和**列表比较法**。

1. 前锋线比较法

前锋线比较法是通过绘制某检查时刻工程项目实际进度前锋线，进行工程实际进度与计划进度比较的方法，它主要适用于时标网络计划。

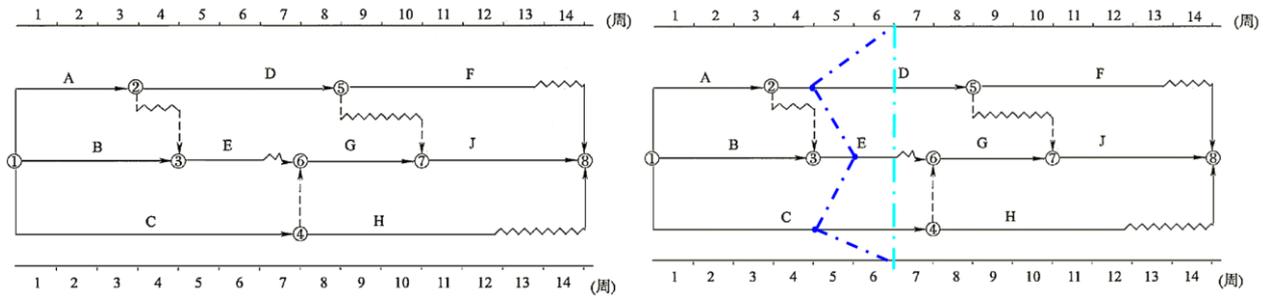
- (1) 绘制时标网络计划图。
- (2) 绘制实际进度前锋线。关键：确定实际进展位置点
- (3) **进行实际进度与计划进度的比较。**

实际进度与计划进度之间的关系可能存在以下三种情况：

- 1) 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；
- 2) 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**；
- 3) 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。
- (4) 预测进度偏差对后续工作及总工期的影响。

【例 3.5.3】某工程项目时标网络计划如图 3.5.15 所示。该计划执行到第 6 周末检查实际进度时，发现工作 A 和 B 已经全部完成，工作 D、E 分别完成计划任务量的 20%和 50%，工作 C 尚需 3 周完成，试用前锋线法进行实际进度与计划进度的比较。





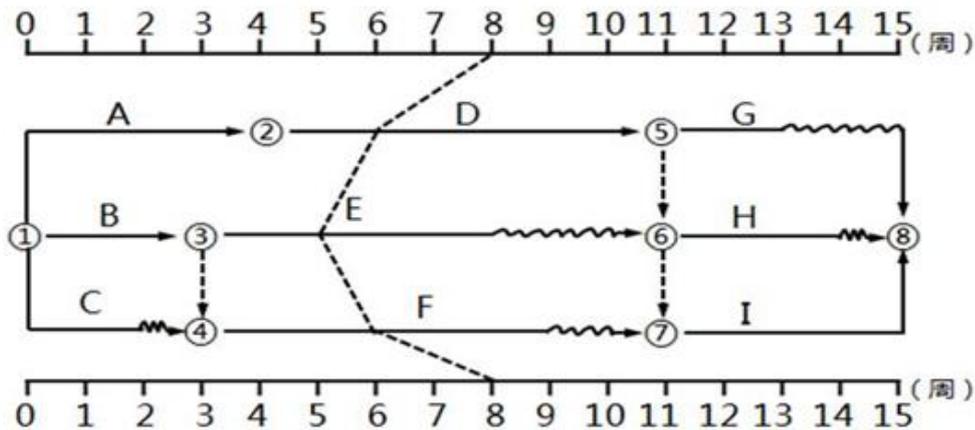
【解】根据第 6 周末实际进度的检查结果绘制前锋线，如图 3.5.15 中点划线所示。通过比较可以看出：

- (1) 工作 D 实际进度拖后 2 周，将使其后续工作 F 的最早开始时间推迟 2 周，并使总工期延长 1 周；
- (2) 工作 E 实际进度拖后 1 周，既不影响总工期，也不影响其后续工作的正常进行；
- (3) 工作 C 实际进度拖后 2 周，将使其后续工作 G、H、J 的最早开始时间推迟 2 周。由于工作 G、J 开始时间的推迟，从而使总工期延长 2 周。

综上所述，如果不采取措施加快进度，该工程项目总工期将延长 2 周。

【例题讲解】

【例题·多选】某工程双代号时标网络计划如下图所示，第 8 周末进行实际进度检查的结果如图中实际进度前锋线所示，则正确的结论有（ ）。



- A. 工作 D 拖后 2 周，不影响工期
- B. 工作 E 拖后 3 周，不影响工期
- C. 工作 F 拖后 2 周，不影响紧后工作
- D. 总工期预计会延长 2 周
- E. 工作 H 的进度不会受影响

【答案】BCD

【解析】工作 D 是关键工作，拖后 2 周，影响工期 2 周。故 A 错误；工作 D 拖后 2 周，工作 H 只有 1 周的总时差，会影响 H 工作的进度，故 E 错误。

2. 列表比较法

当工程进度计划用非时标网络图表示时，可以采用列表比较法进行实际进度与计划进度的比较。

工作代号	工作名称	检查计划时 尚需作业周数	到计划最迟完成 时尚余周数	原有 总时差	尚有 总时差	情况判断
						(进度超前/拖后, 是否影响工期)



【例 3.5.4】某工程项目进度计划如图 3.5.15 所示。该计划执行到第 10 周末检查实际进度时，发现工作 A、B、C、D、E 已经全部完成，工作 F 已进行 1 周，工作 G 和工作 H 均已进行 2 周，试用列表比较法进行实际进度与计划进度的比较。

解：根据工程项目进度计划及实际进度检查结果，可以计算出检查日期应进行工作的尚需作业时间、原有总时差及尚有总时差等，计算结果见表 3.5.3。通过比较尚有总时差和原有总时差，即可判断目前工程实际进展状况。

表 3.5.3 工程进度检查比较表

工作代号	工作名称	检查计划时尚需作业周数	到计划最迟完成时尚余周数	原有总时差	尚有总时差	情况判断
5—8	F	4	4	1	0	拖后 1 周，但不影响工期
6—7	G	1	0	0	-1	拖后 1 周，影响工期 1 周
4—8	H	3	4	2	1	拖后 1 周，但不影响工期

【例题讲解】

【例题·多选】某工程网络计划执行到第 8 周末检查进度情况见下表（ ）。

工作名称	检查计划时尚需作业周数	到计划最迟完成时尚余周数	原有总时差
H	3	2	1
K	1	2	0
M	4	4	2

- A. 工作 H 影响总工期 1 周
- B. 工作 K 提前 1 周
- C. 工作 K 尚有总时差为零
- D. 工作 M 按计划进行
- E. 工作 H 尚有总时差 1 周

【答案】AB

【解析】

工作名称	检查计划时尚需作业周数	到计划最迟完成时尚余周数	原有总时差	尚有总时差	情况判断
H	3	2	1	-1	拖延 2 周，影响工期 1 周
K	1	2	0	1	提前 1 周
M	4	4	2	0	拖延 2 周，不影响工期

选项 C 错误，工作 K 的尚有总时差等于到计划最迟完成时尚余周数减去检查计划时尚需作业周数，即 $2-1=1$ （周）；选项 D 错误，工作 M 的尚有总时差为 $4-4=0$ （周），原总时差为 2 周，所以 M 实际进度拖后 2 周，但是不影响总工期；选项 E 错误，工作 H 的尚有总时差为 $2-3=-1$ （周）。

【知识点清单总结】



网络图的绘制

【清单问题】

1. 网络图由哪两部分组成?
2. 网络图有哪两种网络图?
3. 在关键线路和关键工作的确定中, 关键线路是指什么?
4. 在关键线路和关键工作的确定中, 关键工作是指什么?
5. 在网络计划中关键线路否是只有一条?
6. 在网络图的绘制规则中, 是否可以出现循环回路?
7. 在网络图的绘制规则中, 箭线箭头指向应保持什么方向? 不应出现箭头指向哪方和偏向哪方的斜向箭线?
8. 在网络图的绘制规则中, 是否可以出现双向箭头和无箭头的连线?
9. 在网络图的绘制规则中, 是否可以出现没有箭尾节点的箭线和没有箭头节点的箭线?
10. 在网络图的绘制规则中, 箭线是否可以直接从箭线上引入或引出?
11. 在网络图的绘制规则中, 箭线是否可以有交叉?
12. 在网络图的绘制规则中, 起点节点和终点节点分别有几个?

【清单问题】

网络计划时间参数的计算

1. 网络计划时间参数的计算, 包括哪六个时间参数(图例)
2. 在不影响总工期的前提下, 本工作可以利用的机动时间为?
3. 在不影响其紧后工作最早开始时间的前提下, 本工作可以利用的机动时间为?
4. 计算最早时间时, 应从哪里向哪里, 从网络计划的哪里开始, 顺还是逆箭线方向进行, 取大值还是小值?
5. 最早完成: $EF =$ 最迟开始: $LS =$
总时差: $TF = LF -$ $= LS -$
自由时差: $FF =$
6. 计算工作的最迟时间时, 应从哪里向哪里, 从网络计划的哪里开始, 顺还是逆箭线方向进行, 取大值还是小值?
7. 在双代号网络中, 判断关键线路的标准是什么?
8. 在双代号网络中, 根据总时差, 判断关键工作的标准是什么? 什么情况下总时差为零的工作就是关键工作?
9. 在关键线路上是否可能有虚工作存在?
10. 在双代号网络计划中, 关键线路上的节点称为什么?
11. 关键工作两端的节点必为关键节点吗?
12. 两端为关键节点的工作一定是关键工作吗?
13. 单代号网络计划中判断关键线路的标准是什么?

【清单问题】

双代号时标网络计划

1. 在双代号时标网络图中, 实箭线表示工作, 实箭线的水平投影长度表示什么?
2. 在双代号时标网络图中, 虚箭线表示虚工作, 由于虚工作的持续时间为零, 故虚箭线只能如何画?
3. 时标网络计划直接各项工作的什么时间编制?
4. 在双代号时标网络图中, 如何判断关键线路?
5. 在双代号时标网络图中, 如何判断计算工期?
6. 在双代号时标网络图中, 工作箭线中波形线的水平投影长度表示什么?
7. 在双代号时标网络图中, 工作总时差如何判定?
8. 在双代号时标网络图中, 工作自由时差如何判定?



