

- 1. 计划与控制（相辅相成）
  - 1.1. 现代计划方法
    - 1.1.1. 滚动计划法
    - 1.1.2. 计划评审技术PERT
      - 1.1.2.1. 网络图的构成
      - 1.1.2.2. PERT的运用步骤
      - 1.1.2.3. 例题

# 1. 计划与控制（相辅相成）

## 1.1. 现代计划方法

### 1.1.1. 滚动计划法

1. 概念

指有机地结合短期、中期和长期计划，根据计划的执行情况和环境的变化情况，定期修订未来计划并逐期向前推移的方法，适用于任何类型的计划。
2. 具体做法
  - ①同时制定未来若干期的计划，采用 近细远粗 的办法。
  - ② 在计划期的第一阶段结束时，根据该阶段计划的执行情况和内外环境的变化情况，对原计划进行修订，并将计划向前滚动一个阶段。
  - ③以后根据同样的原则逐期滚动。
3. 滚动计划法的适用

适用于任何类型的计划，计算机的应用解决了计划编制任务量加大的问题。
4. 优点
  - ①使计划更加符合实际。相对缩短了计划期，提高了准确性和质量。
  - ②使短期、中期和长期计划相互衔接，可根据环境的变化及时进行调整，使各期计划基本一致。
  - ③增加了计划的弹性，提高了组织在剧烈变化的环境中的应变能力。

### 1.1.2. 计划评审技术PERT

计划评审技术，是指用 网络图 来表达 项目中各项活动的进度和它们之间的相互关系，在此基础上进行 网络分析和时间估计。

#### 1.1.2.1. 网络图的构成

PERT主要表示为一种由节点和箭线组成的网络图。

- ①箭线表示一项活动，箭尾代表活动的开始，箭头代表活动的结束，活动要消耗时间和资源。虚箭线表示不消耗时间和资源。
- ②节点表示一项活动的开始或结束的那一点，它不占用时间和资源。网络图中第一个节点为始点，最后一个节点为终点。

在网络图中，从始点开始沿箭线方向到终点为止，一系列首尾相连的节点和箭线所组成的序列称为一条路线。该路线上各项活动的作业时间之和称为路线的长度。

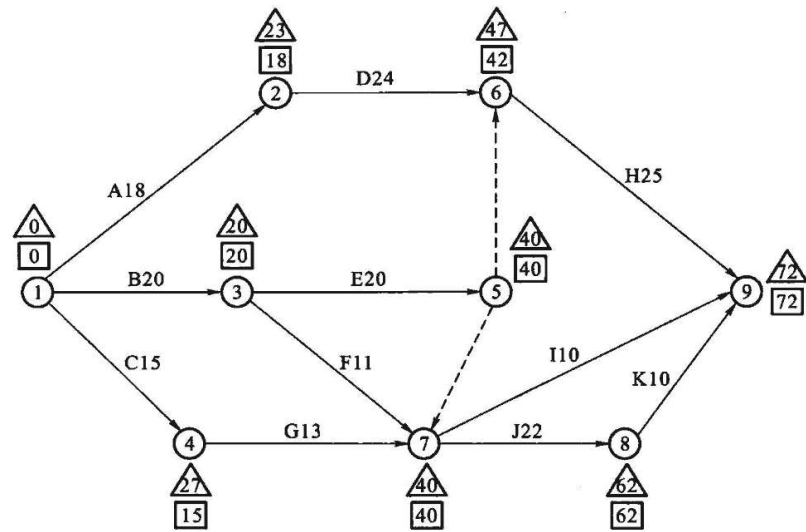
关键路线： 各项活动的作业时间之和【最长】的路线，决定着整个计划完成的期限，即 该工程项目的总工期。 关键路线上的总时差为0。

1.1.2.2. PERT的运用步骤

- 1. 确定活动和逻辑关系。确定完成项目必须进行的每一项活动，并 确定活动之间的逻辑关系 。
- 2. 绘制网络图（虚箭线，不消耗时间和资源）
- 3. 估计和计算【每项活动】的完成时间 。平均活动时间由理想条件下和最差条件下完成该活动所需的时间与4倍的正常条件下完成该活动所需的时间的和除以6所得。 计算活动的完成时间公式如下：【 $t = (a+4m+b)/6$ 】， a最乐观时间； b最悲观时间； m最可能时间； t平均活动时间
- 4. 计算网络图的时间参数并确定【关键路线】。

时间参数	具体内容	
节点的时间参数	最早时间	从该节点出发的各活动最早可能开工的时间
	最迟时间	进入该节点的各活动最迟必须完工的时间
活动的时间参数	最早开工时间	该活动最早可能开工的时间
	最早完工时间	该活动最早可能完工的时间
	最迟开工时间	为了不影响后续活动的该活动最迟必须开工的时间
	最迟完工时间	最迟必须完工的时间

总时差：指在不影响整个工程项目完工时间的条件下，某项活动 开工时间允许推迟的最大限度 。 【总时差为零的活动】为【关键活动】， 由关键活动所组成的路线为关键路线 。



- 5. 进行网络优化
  - 时间—费用优化：指综合考虑工期和费用的关系，寻求以最低的工程总费用获得最佳工期的一种方法。
  - 直接费用：指与工程的各项活动直接有关的费用，赶工会引起直接费用的增加。
  - 间接费用：与各项活动没有直接的关系，维持工程所需的费用；缩短或延长总工期会相应减少或增加这一费用的支出。

## 7.2 PERT 网络图时间的计算

### 一、有关时间的概念及表示

① 作业时间 $t_{ij}$ ：完成某项作业（ $i, j$ ）所需要的时间。

▲ ② 作业最早开始时间 $t_{ES}$ ：某项作业最早可能开始的时间。它受其紧前作业（最早）结束时间的限制。

③ 作业最早结束时间 $t_{EF}$ ：某项作业最早可能结束的时间。

$$t_{EF}(i,j) = t_{ES}(i,j) + t_{ij}$$

▲ ④ 作业最迟结束时间 $t_{LF}$ ：在不延误整个工期情况下，某项作业被允许最迟结束的时间。

⑤ 作业最迟开始时间 $t_{LS}$ ：在不延误工期情况下，某项作业最迟必须开始的时间。

$$t_{LS}(i,j) = t_{LF}(i,j) - t_{ij}$$

### 6. 时差

**总时差 $R_{ij}$** ：网络上( $i, j$ )作业可利用的时差总数，即作业可推迟开工的最多时间。

$$R_{ij} = t_{LF} - t_{ES} - t_{ij} = t_{LF} - t_{EF} = t_{LS} - t_{ES}$$

**总时差为0的作业组成的路(始点至终点间)构成关键路线。**

**自由时差 $F_{ij}$** ：( $i, j$ )作业在不影响紧后作业最早开始条件下，可推迟开工的最大幅度，又称单项时差。

$$F_{ij} = t_{ES}(j,k) - t_{EF}(i,j) = t_{ES}(j,k) - t_{ES}(i,j) - t_{ij}$$

注：某项作业使用了总时差，可能会减少其后续作业的总时差；自由时差不会影响其后续作业的总时差和自由时差。

@小强文学

## 二、PERT网络图计算的范例

例：如下为一铸件制造过程，计算各项时间和工期，找出关键路线。

序号	作业内容	计划完成时间(h)	紧前作业
1	型砂准备	2	—
2	造型	4	1
3	砂型烘干	4	2
4	芯砂准备	4.7	—
5	芯骨浇铸	7.2	—
6	芯骨装配	2	5
7	造4个1号泥芯	6.2	4, 6
8	造4个2号泥芯	4	4, 6
9	2号泥芯干燥	4.3	8

画PERT图时应注意以下几点：

- (1) 先绘作业及空圈，节点标号在最后进行；
- (2)  $t_{ij}$  通常标在箭线的上方；
- (3) 观察有共同节点的作业：若某项作业有共同的紧前作业，则其紧前作业可形成同一节点。
- (4) 最初事件、最终事件：无紧前作业的箭尾是最初事件；没成为紧前作业（无紧后作业）的箭头为最终事件。

计算时应注意：

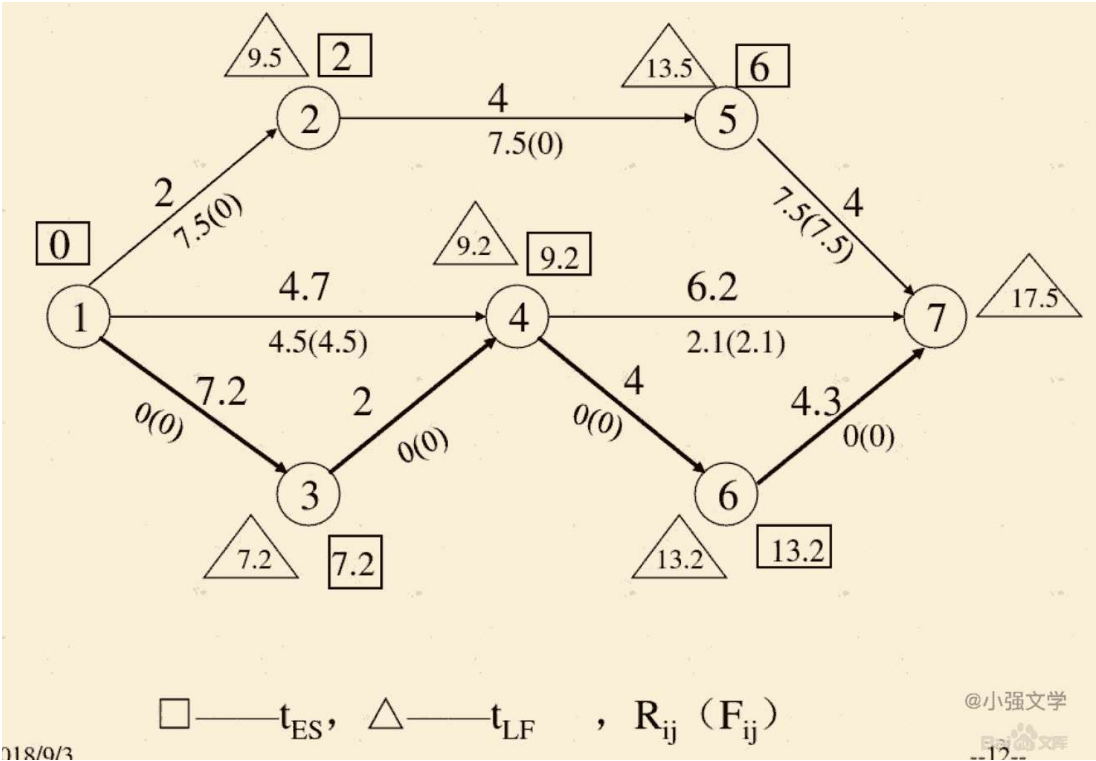
- (1) 先计算 $t_{ES}$ ，从最初事件向后推算，有共同紧前作业的 $t_{ES}$ 相同；
- (2) 再计算 $t_{LF}$ ，由最终事件向前推算，有共同紧后作业的 $t_{LF}$ 相同；
- (3)  $R_{ij}$ 、 $F_{ij}$ 在图上标注（通常在箭线的下方）：  
$$R_{ij}=t_{LF}-t_{ES}-t_{ij}=t_{LF}-t_{EF}=t_{LS}-t_{ES}$$
$$F_{ij}=t_{ES}(j,k)-t_{EF}(i,j)=t_{ES}(j,k)-t_{ES}(i,j)-t_{ij}$$
- (4) 其他参数，通过列表算出。

注：在图上标注时，可视为标注节点事件的 $t_{ES}$ 、 $t_{LF}$ 。

@小强文学







正方形， $t_{ES}$ ，作业最早开始时间； 三角形， $t_{LF}$ ，作业最迟结束时间；

- 作业最早开始时间，由 前序 活动决定；
- 作业最迟结束时间，由 后序 活动决定；

**列表计算有关参数：**按起点事件序号由小到大顺序排列；相同起点事件按终点事件序号由小到大顺序。

时间 作业(i,j)	$t_{ES}$	$t_{ij}$	$t_{EF}$	$t_{LF}$	$t_{ij}$	$t_{LS}$	$R_{ij}$	$F_{ij}$
	①	②	③=①+②	④	⑤	⑥=④-⑤	⑦	⑧
(1,2)	0	2	2	9.5	2	7.5	7.5	0
(1,3)	0	7.2	7.2	7.2	7.2	0	0	0
(1,4)	0	4.7	4.7	9.2	4.7	4.5	4.5	4.5
(2,5)	2	4	6	13.5	4	9.5	7.5	0
(3,4)	7.2	2	9.2	9.2	2	7.2	0	0
(4,6)	9.2	4	13.2	13.2	4	9.2	0	0
(4,7)	9.2	6.2	15.4	17.5	6.2	11.3	2.1	2.1
(5,7)	6	4	10	17.5	4	13.5	7.5	7.5
(6,7)	13.2	4.3	17.5	17.5	4.3	13.2	0	0

1.1.2.3. 例题

1. 2004年真题 D节点、H节点、I节点
3. (18分) 某工程的工序关系如下表所示：

工序	紧前工序	作业时间(天)
A		15
B	A	15
C	A	14
D	B, C	10
E	B	6
F	D	6
G	D	10
H	E, G	30
I	F, H	8

- (1) 绘制该工程的 PERT 网络图。(3分)
- (2) 计算该工程的总工期。(1分)
- (3) 若工序 C 的作业时间延长 18 天，关键路线和总工期有什么变化？请根据节点时间变化解释原因。(4分)

解：(1) 根据工程的工序关系，绘制该工程的 PERT 网络图，如图 6 所示：

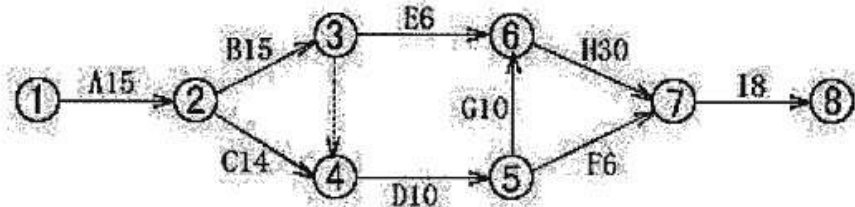


图 6 该工程的 PERT 网络图

- (2) 由上图可知，关键线路为：①—②—③—④—⑤—⑥—⑦—⑧。  
总工期为： $15+15+10+10+30+8=88$  (天)。
- (3) 若 C 的作业时间延长 18 天变为 32 天，关键线路变为：①—②—④—⑤—⑥—⑦—⑧，总工期为： $15+32+10+10+30+8=105$  (天)，即总工期增加 18 天，变为 105 天。

2. ★★★2011年真题

2. (9分) 某作业项目的各个活动之间的关系及平均作业时间如表 1:

表 1 各活动间的关系及平均作业时间表

活动名称	A	B	C	D	E	F	G
先行活动			A	B	B	C、E	D、F
平均时间	1	10	2	2	6	10	3

请画出网络图、计算时间参数并确定关键路线。

答: (1) 作出的网络图如图 3 所示。

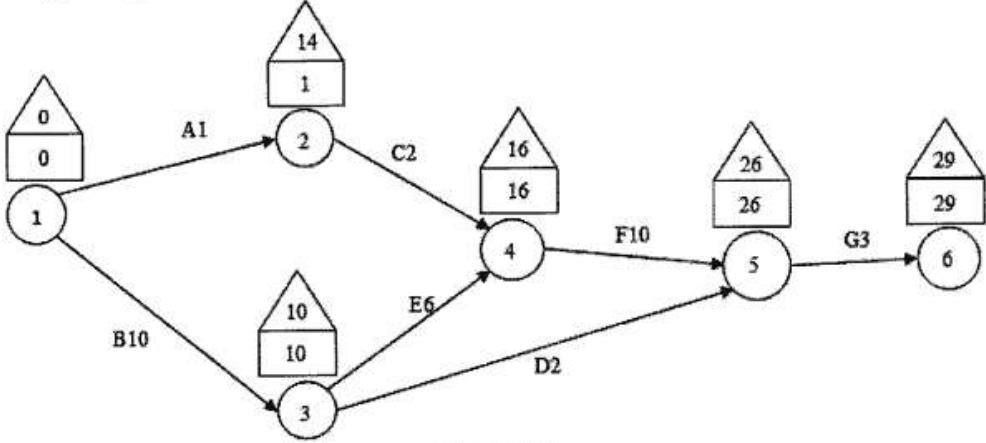


图 3 网络图

(2) 计算时间参数, 如表 2 所示。

表 2 各项活动的时间参数值

活动编号	活动名称	最早开工时间	最早完工时间	最迟开工时间	最迟完工时间	总时差
①—②	A	0	1	13	14	13
①—③	B	0	10	0	10	0
②—④	C	1	3	14	16	13
③—⑤	D	10	12	24	26	14
③—④	E	10	16	10	16	0
④—⑤	F	16	26	16	26	0
⑤—⑥	G	26	29	26	29	0

(3) 由总时差值可知, 关键活动有 B、E、F、G。因此关键路线是: ①—③—④—⑤—⑥。

活动的最早开工时间和最早完工时间由前往后依次计算。

活动的最迟开工时间和最迟完工时间由后往前依次计算。

总时差 = 最迟完工时间 - 最早完工时间

活动编号	活动名称	最早开工时间	最早完工时间	最迟开工时间	最迟完工时间	总时差
①—②	A	0	1	13	14	13
①—③	B	0	10	0	10	0
②—④	C	1	3	14	16	13
③—⑤	D	10	12	24	26	14
③—④	E	10	16	10	16	0
④—⑤	F	16	26	16	26	0
⑤—⑥	G	26	29	26	29	0

(3) 由总时差值可知, 关键活动有 B、E、F、G。因此关键路线是: ①—③—④—⑤—⑥。

3. 2013年真题

2.(9分)如下为一铁制造过程，要求绘制网络图，计算各项时间和工期，找出关键路线。

表2 铁制造过程

序号	作业内容	计划完成时间(小时)	紧前作业
1	型砂准备	2	—
2	造型	4	1
3	砂型烘干	4	2
4	芯砂准备	4.7	—
5	芯骨浇筑	7.2	—
6	芯骨装配	2	5
7	造4个1号泥芯	6.2	4.6
8	造4个2号泥芯	4	4.6
9	2号泥芯干燥	4.3	8

答：绘制网络图如图6所示。

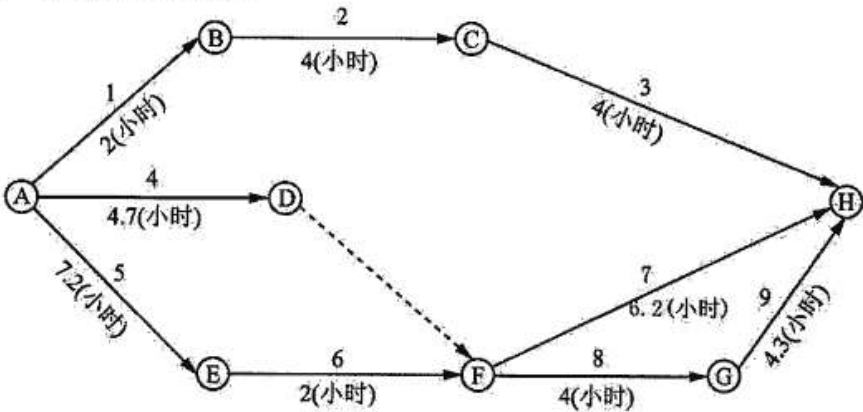


图6 网络图

在网络图中，从始点开始沿箭线方向到终点为止，一系列首尾相连的节点和箭线所组成的序列称为一条路线。该路线上各项活动的作业时间之和称为路线的长度。网络图中往往有多条路线，其中最长的路线称为关键路线，它决定着整个计划完成的期限，即该工程项目的总工期。由图可知：

- 路线 A→B→C→H，用时：2+4+4=10（小时）。
  - 路线 A→E→F→H，用时：7.2+2+6.2=15.4（小时）。
  - 路线 A→E→F→G→H，用时：7.2+2+4+4.3=17.5（小时）。
- 用时最长的路线是关键路线，因此，关键路线为：A→E→F→G→H。