

# 1. 进度估算

## 1. 重要性

- 按时完成是项目经理最大的挑战
- 时间是项目规划中灵活性最小的
- 进度问题是项目冲突的主要原因

## 2. 进度定义

- 对执行的活动和里程碑制定的工作计划和工作计划日期表

## 3. 和成本估算的区别

- 进度估算：时间角度
- 成本估算：费用角度

## 4. 时间

- 时间是一种特殊的资源，以其单向性，不可重复性、不可重复性、不可替代性而有别于其他资源。

# 2. 任务确定

## 1. 进度计划过程

任务定义  $\implies$  任务关系  $\implies$  历时估算  $\implies$  进度编排  $\implies$  进度确定

## 2. 任务定义

- 是一个过程，面向活动的，对 WBS 进一步分解的结果，确定为完成项目的各个交付成果所必须进行的诸项具体活动

## 3. 任务关联关系

- 各项活动之间存在相互联系与相互依赖关系
  - 前置任务
  - 后置任务
  - 结束 $\rightarrow$ 开始、结束 $\rightarrow$ 结束、开始 $\rightarrow$ 开始、开始 $\rightarrow$ 结束
- 根据关联关系安排任务执行的顺序

## 4. 任务间关系的依据

- 强制性依赖关系
- 软逻辑关系（选择性依赖关系）
- 外部依赖关系
- 内部依赖关系

## 5. 关系依赖矩阵

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \cdots & d_{mn} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \cdots & d_{mn} \end{pmatrix}$$

- $d_{ij} = 1$  : 表示 i 是 j 的前置任务

# 3. 进度管理图示

## 3.1. 甘特图

- 包含任务工期、开始、结束时间、资源信息
- 棒状甘特图
- 三角形-线 甘特图
- 缺点
  - 无法反应任务进度变化对项目的影响
  - 并不能明显反应任务间的依赖关系
  - 不能反应关键路径和关键任务

## 3.2. 网络图

### 1. 含义

- 是活动排序的输出
- 展示项目中的各个活动及活动之间的关系
- 网络图可以表达活动的历时

### 2. PDM

- PDM（Precedence Diagramming Method） 优先图法

- 基本特点是节点，节点表示活动或任务
- 箭线表示活动间的逻辑关系

### 3. ADM

- ADM (Arrow Diagramming Method) 箭线网络图
  - 箭线表示任务
  - 节点表示任务的开始与结束，即前一个任务的结束后一个的开始
  - 虚活动（虚拟源点、虚拟汇点）
    - 为了定义活动、表示逻辑关系、不消耗资源的

### 4. CDM

- CDM (Conditionnal Diagramming Method) 条件箭线图
- 允许活动序列相互循环，即存在环

## 3.3. 里程碑图示

- 里程碑事件：时间要求为0的任务
- 节点是标志性的事件

## 3.4. 资源图

- 即资源随时间分布的图表
- 人力资源、社会资源

## 3.5. 燃尽图

- 项目完成之前对需要完成的工作的一种可视化表示
- Y 表示剩余工作量，X 表示项目时间
- 描述随着时间的推移而剩余的工作数量

## 3.6. 燃起图

- Y 表示已完成工作量，X 表示项目时间
- 显示已完成的工作

## 4. 任务资源估计

- 1) 实际工作时间
- 2) 项目人员规模
- 3) 生产率
- 4) 有效工作时间
- 5) 连续工作时间
- 6) 人员级别
- 7) 历史项目

## 5. 任务历时估计（计算题）

- 确认任务的历时进而确定项目的历时
- 估计任务、路径、项目持续时间

### 5.1. 定额估算法

$$T = \frac{Q}{(R \times S)}$$

- T: 活动持续时间
- Q: 任务工作量；规模
- R: 人力数量
- S: 工作效率(贡献率)

### 5.2. 经验导出模型

$$D = a \times E^b$$

- D: 月进度（以月为单位）
- E: 工作量（以人月为单位）

- a: 2 - 4 之间的参数
- b: 1/3 左右
- Walston-Felix

$$D = 2.4 \times E^{0.35}$$

- COCOMO

$$D = 2.5 \times E^b, \quad b \in [0.32, 0.38]$$

- 有机:  $b = 0.38$
- 半有机:  $b = 0.35$
- 嵌入式:  $b = 0.32$

### 5.3. 工程评估评审技术 (PERT)

- 利用网络顺序图的逻辑关系
- 某项单独的活动存在很大的不确定性
- 加权算法估算任务历时
- 利用网络图逻辑关系、确定历时、项目历时

$$E = \frac{(O + 4m + p)}{6}$$

- O: 最小估算值, 最乐观值
- P: 最大估算值, 最悲观值
- M: 最大可能值

$$\begin{aligned} \text{标准差} \delta &= \frac{(\text{最大估算} - \text{最小估算})}{6} \\ &= \frac{P - O}{6} \\ \text{方差}^2 &= \delta^2 \\ &= \left(\frac{P - O}{6}\right)^2 \end{aligned}$$

- n 个项目的值

$$E = E_1 + E_2 + \cdots + E_n$$

$$\delta^2 = \delta_1^2 + \delta_2^2 + \cdots + \delta_n^2$$

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \cdots + \delta_n^2}$$

- 概率值

$$E \pm \delta = 68.3\%$$

$$E \pm 2 \cdot \delta = 95.5\%$$

$$E \pm 3 \cdot \delta = 99.7\%$$

## 5.4. 关键路径法 (CPM)

- 确定网络图
- 每个任务的历时计算
- 确定任务的逻辑关系
- 关键路径是网络中最长的路径
- 关键路径确定项目的完成时间

## 5.5. 预留分析

1. 应急预留
  - 保留时间，用来应对已接受、识别的风险
2. 管理预留
  - 控制不可预知的风险的备用时间

## 5.6. 其它方法

### 1) Jones 一阶估算准则

- 选择合适的幂次功能点升幂

$$FP^k$$

### 2) 类比估算

### 3) 专家判断

### 4) 基于承诺的设计

## 6. 进度计划编排

### 6.1. 超前与滞后设置

#### 1. 滞后

- lag
- 表示两任务间需要等待的时间

#### 2. 超前

- lead
- 表示负滞后量，即后置任务不需要等前置完成情况下提前的天数

### 6.2. 关键路径法

#### 1. 相关概念

- CPM (Critical Path Method)
- 关键路径性质
- 最早开始时间和最晚开始时间相同
  - 网络图中的最长路
  - 项目完成的最短时间量
  - 关键路径上任一项目延迟都会导致整个项目延迟
- 关键路径可能不止一条
- 确定方式
  - 正推法
  - 倒推法
- 最早开始时间，ES
- 最早完成时间，EF
- 最晚开始时间，LS
- 最晚完成时间，LF
- 总浮动时间

$$\begin{aligned} TF &= LS - ES \\ &= LF - EF \end{aligned}$$

- 自由浮动时间

- 在不影响后置任务的最早开始情况下，当前任务可以延迟的时间

$$FF = ES_v - EF_u - lag$$

- $u$  表示前置， $v$  表示后置，即  $u \implies v$

## 2. 正推法

- 按照时间顺序计算各个任务的最早开始时间和最早完成时间为正推法
- $ES + \text{Duration} = EF$ ， $\text{Duration}$  为项目历时
- $EF_u + lag = ES_v$

## 3. 逆推法

- $LF - \text{Duration} = LS$
- $LS_v - lag = LF_u$

## 6.3. 时间压缩法

不改变项目范围前提下，寻找缩短项目时间途径的方法

### 1. 应急法

- 时间-成本平衡

$$\text{单位进度压缩成本} = \frac{\text{可压缩成本} - \text{正常成本}}{\text{正常进度} - \text{可压缩进度}}$$

- 先压缩关键路径上成本最小的，然后再找到关键路径重复

### 2. 平行作业法

- 即调整了 lead 使得各项并行执行一段时间

## 6.4. 资源优化

### 1. 资源平衡

- 为了在资源需求与供给间取得平衡，根据资源制约因素对开始日期和完成日期进行调整的一种技术
- 资源需求和资源供给之间取得平衡，通过调整任务的时间协调资源的冲突



- 使资源闲置时间最小
- 导致关键路径发生改变

## 2. 资源平滑

- 在项目编排中进行资源的优化配置，保证资源最优化，最优效
- 不会改变项目关键路径，完工日期也不会延迟。只在自由和总浮动时间内延迟

## 6.5. 敏捷项目进度编排

- 适度型方法，短周期开展工作，审查结果，必要做出调整
- 采用远粗近细的计划模式，通过发布计划和迭代计划体现。发布计划属于远期计划，迭代计划属于近期计划

## 7. 软件进度确定

### 项目进度模型 SPSP

- 在给定的项目任务工作量及其关系和资源限制下，对项目确定合适的人员安排，保证时间最短，成本最小
- 目标：时间最短，成本最低
- 任务

$$\{t_1, t_2, \dots, t_n\}$$

- 人

$$\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$