

# 成本计划

## 1. 成本估算概述

### 1.1 项目规模与成本的关系

- 软件项目规模即工作量，是从项目范围中抽出的软件功能，确定每个软件功能必须执行的一系列任务
- 规模单位
  - 代码行：LOC (lines of code)
  - 功能点：FP (Function Point)
  - 工时：人天、人月、人年
- 项目规模是成本的主要因素，规模确定了就可以确定项目的成本

工作量  $\implies$  规模  $\implies$  成本

### 1.2. 成本估算定义

#### 1. 估算的特点

- 估算不准确，有误差
- 项目经验数据很重要
- 不能迷信数学模型

#### 2. 定义

- 软件开发过程中花费的工作量及代价

#### 3. 估算依据

- 软件项目管理、需求分析、设计、编码、单元测试、集成测试以及接受测试等过程花费的代价

#### 4. 软件项目成本

- 完成软件规模付出的相应的代价
- 待开发软件项目需要的资金
- 人力成本，主要成本
- 货币单位

## 1.3. 成本估算过程

- 1) 任务分解 (WBS)
- 2) 每个任务的规模计算
- 3) 每个任务的成本估算
- 4) 估算直接成本
- 5) 估算间接成本
- 6) 项目总估算成本
- 7) 项目报价

### 1. 成本估算输入

- 项目需求、WBS
- 资源要求 (资源编制计划)
- 资源消耗率: 人成本  $100/h$
- 进度计划: 项目总进度
- 历史项目度量
- 学习曲线

### 2. 估算处理

- 采用成本估算方法进行估算

### 3. 估算输出

- 直接成本
  - 开发成本、管理成本、质量成本
  - 与具体项目相关的成本: 如工资、材料费、外包费
- 间接成本
  - 分摊到各个具体项目的成本
  - 如培训、房租水电等

## 2. 成本估算方法

### 2.1. 代码行估算法

- LOC (line of codes)
- 生产率 LOC/PM (人月)、LOC/hour (人时)
  - 源代码行 SLOC (Source Lines Of Code)
  - 交付源指令 DSI (Delivered Source Instruction)

### 2.2. 功能点估算法

#### 1. 功能计数项，5类组件

- 外部输入 (External Input, EI)
  - 经过处理，如报表、报错信息
- 外部输出 (External Output, EO)
  - 未经处理，
- 外部查询 (External Inquiry, EQ)
  - 用户可以识别逻辑数据，在应用边界之内
    - 通过外部输入维护
    - 如用户的数据库条目
- 外部接口文件 (External Interface File, EIF)
  - 用户可以识别的逻辑信息，例如用户账单

#### 2. 计算公式

$$FP = UFC \times TCF$$

- UFC：未调整功能点计数
  - 权重：外部输入=外部查询 < 外部输出 < 外部接口 < 内部逻辑
  - 取值表

项	复杂度权重因素		
	简单(低)	一般(中)	复杂(高)
外部输入	3	4	6
外部输出	4	5	7
外部查询	3	4	6
外部接口文件	5	7	10
内部逻辑文件	7	10	15

◦  $UCF = \sum$

- TCF：技术复杂度因子，即调整系数

$$TCF = 0.65 + 0.01 \times \left( \sum_{i=1}^{14} (F_i) \right);$$

◦  $F_i = 0 \sim 5$ ,  $TCF = 0.65 \sim 1.35$

◦  $F_i$  的取值

调整系数	描述
0	不存在或者没有影响
1	不显著的影响
2	相当的影响
3	平均的影响
4	显著的影响
5	强大的影响

- 生产率  $PE = 15$  工时/功能点，规模  $= PE \times FP$

功能点与代码行的转换

语言	代码行/FP
Assembly	320
C	150
COBOL	105
FORTRAN	105
PASCAL	91
ADA	71
PL/I	65
PROLOG/LISP	64
SMALLTALK	21
SPREADSHEET	6

## 2.3. 用例点估算法

- 基于 UML 图

## 2.4. 类比（自顶向下）估算法

- 类比估算法是从项目的整体出发进行类推，通常在项目的初期或信息不足时采用此方法，如在合同期和市场招标时等。
- 估算人员根据以往的完成类似项目所消耗的总成本(或工作量)，来推算将要开发的软件的总成本(或工作量)。
- 特点是简单易行，花费少，但是具有一定的局限性，准确性差，可能导致项目出现困难。
- 有类似的项目历史数据
- 信息不足
- 要求不是非常精确的估算时

## 2.5. 自下而上

- 利用任务分解图(WBS),对各个具体工作包进行详细的成本估算,然后将结果累加起来得出项目总成本。

### 特点

- 相对比较准确，它的准确度来源于每个任务的估算情况
- 花费时间
- 估算本身也需要成本支撑

## 2.6. 三点估算

### 1. 估算值

- 最可能成本  $C_M$  : 比较现实的估算成本
- 最乐观成本  $C_O$  : 最好情况得到的估算成本
- 最悲观成本  $C_P$  : 最差情况得到的估算成本

### 2. 估算结果

- 三角分布

$$C_E = \frac{C_O + C_M + C_P}{3}$$

- $\beta$  分布

$$CE = \frac{C_O + 4 \cdot C_M + C_P}{6}$$

## 2.7. 参数估计法

### 1) Walston-Felix

- 工作量:  $E = 5.2 \times L^{0.91}$ , L是源代码行数(以KLOC计), E 是工作量(以人月计)
- 项目时间:  $D = 4.1 \times L^{0.36}$ , D 是项目持续时间(以月计)
- 人员需要量:  $S = 0.54 \times E^{0.6}$ , S 是项目人员数量(以人计)
- 文档数量:  $DOC = 49 \times L^{1.01}$ , DOC 是文档数量(以页计)

### 2) COCOMO

$$PM = A \times (\sum \text{Size})^{\sum B} \times \prod (EM)$$

- PM : 工作量, 人月为单位
- A : 校准因子
- Size : 对工作量呈可加性影响的软件模块的功能尺寸的度量
- B: 规模指数, 对工作量呈指数或非线性影响的比例因子
- EM: 影响软件开发工作量的工作系数

#### 4) COCOMO 81

##### 1. 项目模式

- 有机型
  - 数据处理、科学计算等
  - 受硬件约束小、程序规模不大
- 嵌入型
  - 系统程序，实时处理、控制程序等
  - 紧密联系的软件硬件和操作的限制下运行，规模任意
- 半嵌入型
  - 各类实用程序，编译器、连接器、分析器
  - 规模和复杂度都是中等或更高

##### 2. 等级模型

- 通用公式

$$\text{Effort} = a \times \text{KLOC}^b \times F$$

- Effort: 工作量，人月为单位
- a、b: 系数取决于等级和模式
- KLOC: 代码行
- F: 调整因子

##### 1) 基本模型

静态、单变量模型，即  $F = 1$  时

$$\text{Effort} = a \times \text{KLOC}^b$$

方式	$a$	$b$
有机型	2.4	1.05
半嵌入型	3.0	1.12
嵌入型	3.6	1.2

##### 2) 中等模型

$$\text{Effort} = a \times \text{KLOC}^b \times F$$

- a、b取值

方式	$a$	$b$
有机型	3.2	1.05
半嵌入型	3.0	1.12
嵌入型	2.8	1.2

- 有15个成本驱动因子  $D_i$ ，等级分为
  - 很低、低、正常、高、很高、极高

$$F = \prod_{i=1}^{15} D_i$$

### 3) 高级模型

- 各个模块都已确定
- 包括了中等模型的所有特性，额外考虑软件工程过程中分析、设计等步骤的影响，将项目分解成一系列的子系统或者子模型

## 4) COCOMO II

### 1. 应用组装模型

- 规划阶段

### 2. 早起设计模型

- 设计阶段

### 3. 后体系结构模型

- 开发阶段

$$PM = A \times S^E \times \prod_{i=1}^{17} EM_i$$

$$E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j$$

- PM: 人月为单位的工作量
- A: 常数, 2.94
- S: 规模
- E: 指数比例因子
- B: 常数, 0.91
- SF: 指数驱动因子



- EM: 工作量系数

## 2.7. 专家估计法

- 专家给出最小值  $a_i$  , 最可能值  $m_i$  , 最大值  $b_i$

$$E_i = \frac{(a_i + 4m_i + b_i)}{6}$$

- 得到期望即所有专家的平均值

$$E_i = \frac{E_1 + E_2 + \cdots + E_n}{n}$$

## 2.8. 猜测估算

## 2.9. 实用方法

1. 任务分解

$$T_1, T_2, \cdots, T_n$$

2. 任务规模估算

$$E_i = \frac{Max + 4Avg + Min}{6}$$

*or*

$$E_i = Avg$$

3. 每个任务成本的估算

固定成本  $C_i$  , 不固定为  $C_i = E_i \times \text{人力成本参数}$

4. 估算直接成本

$$= C_1 + C_2 + \cdots C_i + \cdots + C_n$$

5. 估算间接成本

$$\text{间接成本} = \text{直接成本} \times \text{间接成本系数}$$

## 6. 项目总估算

总估算成本 = 直接 + 间接

总估算成本 =  $E \times \text{人力成本参数} \times (1 + \text{间接成本参数})$

## 3. 敏捷项目的成本估算

- 敏捷估算思维
  - 采用轻量级估算方法快速生成高层级估算
  - 短期规划可以进行详细的估算
- 估算故事点的成本

比较倍数的方法估算故事点大小

- Fibonacci 数列等级
  - 0, 1, 2, 3, 5, 8, 13
  - 大于13的进行再分解
  - 如果比3少就是2, 多就是5
- 二进制
  - 0, 1, 2, 4, 8, 16, .....

## 4. 成本预算

### 1. 概念

- 成本预算是将项目的总成本按照项目的进度分摊到各个工作单元中去
- 成本预算的目的是产生成本基线

### 2. 三种情况

#### 1) 分配资源成本

- 3人天  $\times$  1000

## 2) 分配固定资源成本

- 固定数量的资金

## 3) 分配固定成本

- 外包任务、培训任务

## 3. 成本基线

- 是每个时间阶段内的成本
- 是项目管理者度量和监控项目的依据