

优化模型

目标函数:

$$\min f(x) = \zeta_1 \times \frac{C}{C_c} + \zeta_2 \times \frac{C_q}{C_{qc}} + \zeta_3 \times \frac{C_s}{C_{sc}} + \zeta_4 \times \frac{T}{T_c} \quad T = \sum_{i=1}^N T_i$$

$$\begin{cases} C = \sum_{i=1}^N [C_{in} + r_i \times (T_i - T_{in})^2 + \beta \times T + \pi \times (T - T_c)] \\ C_q = \sum_{i=1}^N C_i \times \{0.5 \times [\tan(\pi/4) \times Q_i]^{k_1} + 0.5 \times [c \cot((\pi/4) \times (1 + Q_i))]^{k_2}\} \\ C_s = \sum_{i=1}^n \eta C_i \times \{0.3 \times [\tan(\pi/2) \times S_i]^{k_3} + 0.7 \times [c(1/S_i)^2 - 1]^{k_4}\} \end{cases}$$

$T_i \quad C_i \quad Q_i \quad S_i$

$$\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_4 = 1$$

暂定成本、质量、安全、工期的偏重程度权重分别为 0.3、0.3、0.25、0.15，系数

✓ $k_1 = k_2 = k_4 = 1, k_3 = 0.5, c = 1.5, \eta = 3\%$ 。

序号	参数	含义
1 ✓	$\zeta_4, \zeta_1, \zeta_2, \zeta_3$	项目对于工期、成本、质量和安全的权重
2 ✓	T_c, C_c, C_{qc}, C_{sc}	业主要求的工期、成本、质量成本和安全成本
3 ✓	β	工程间接费率 工时间, 暂时取 13000 元/天
4 ✓	T	实际完工时间 工期时间
5 ✓	π	奖惩系数 1 万元/天
6 ✓	Q_c	合同要求质量水平, 一般取 0.85, 小于 1 (见公式 1)
7 ✓	S_c	合同要求安全水平, 暂定 0.9, 小于 1 (见公式 2)

约束条件:

$$Q = \sum_{i=1}^N w_i Q_i$$

s.t.

$$Q = \sum_{i=1}^N \omega_i \ln(\alpha_i \times T_i + \beta_i) \geq Q_c \quad (1)$$

$$S_i^{\text{out}} = [1 - \sum_{j=1}^m (\omega_{nj} (1 - S_{nj}^{\text{in}}))] / m \times S_n \geq S_c \quad (2)$$

$$Q_i = \ln(\alpha_i \times T_i + \beta_i) \quad (3)$$

$$S_i = \ln(a_i \times T_i + b_i) \quad (4)$$

$$C_i = C_{in} + r_i \times (T_i - T_{in})^2 \quad (5)$$

$$C_{in} \leq C_i \leq C_{i0} \quad (6)$$

$$Q_{i0} \leq Q_i \leq 1 \quad \checkmark \quad (7)$$

$$T_{i0} \leq T_i \leq T_{in} \quad \checkmark \quad (8)$$

$$S_{i0} \leq S_i \leq 1 \quad \checkmark \quad (9)$$

其中参数公式:

483759-478760

$$r_i = \frac{C_{i0} - C_{in}}{(T_{in} - T_{i0})^2} \quad \checkmark \quad (10)$$

$e - e^{0.8572}$
22-20

$$\alpha_i = \frac{e^{Q_{i0}} - e^{Q_{i0}}}{T_{in} - T_{i0}} \quad \checkmark \quad (11)$$

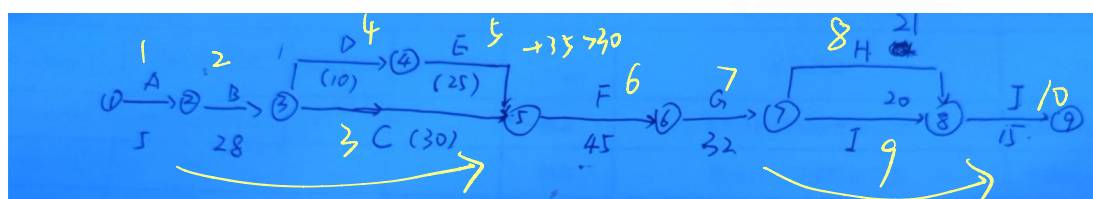
$$\beta_i = \frac{e^{Q_{i0}} \times T_{in} - e^{Q_{i0}} \times T_{i0}}{T_{in} - T_{i0}} \quad \checkmark \quad (12)$$

$$\omega_i = \frac{\sum_g \rho_g z_{gi}}{\sum_{i=1}^N \sum_g \rho_g z_{gi}} \quad \checkmark \quad (13)$$

$$a_i = \frac{e^{S_{in}} - e^{S_{i0}}}{T_{in} - T_{i0}} \quad \checkmark \quad (14)$$

$$b_i = \frac{e^{S_{i0}} \times T_{in} - e^{S_{in}} \times T_{i0}}{T_{in} - T_{i0}} \quad \checkmark \quad (15)$$

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5
- F 6
- G 7
- H 8
- I 9
- J 10



公式 4、公式 14、公式 15:

序号	参数	含义
1	S_{i0}	第 i 项工序在最短工期 T_{i0} 内对应的安全系数
2	S_{in}	正常工期 T_{in} 对应的安全系数
3	r_i	第 i 项工序成本与工期之间的递增系数
4	T_{in}	第 i 项工序的正常工作时间

5	T_i	第 i 项工序的实际工作时间
6	S_i	第 i 项工序的实际安全水平

公式 5，公式 10:

序号	参数	含义
1	C_i	第 i 项工序的实际成本
2	C_{in}	正常工作时间 (T_{in}) 下第 i 项工序的完工成本
3	r_i	第 i 项工序成本与工期之间的递增系数
4	T_{in}	第 i 项工序的正常工作时间
5	T_i	第 i 项工序的实际工作时间
6	T_{i0}	最短工期
7	T_{i0}	最短工期 T_{i0} 对应的临界成本

公式 11、公式 12、公式 13、公式 16:

序号	参数	含义
1	Q_i	第 i 项工序的实际质量水平
2	Q_{i0}	第 i 项工序在最短工作时间内获得的质量水平
3	e	自然常数
4	ω_i	质量权重系数
5	ρ_g	第 g 项质量指标的重要程度
6	z_{gi}	第 g 项质量指标与第 i 道活动之间的关联程度

公式 2:

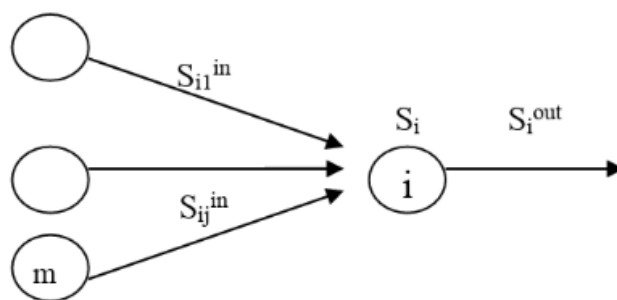


图 3-6 安全输出图

:

$$\begin{cases} S_i^{\text{out}} = [1 - \sum_{j=1}^m (\omega_{ij}(1 - S_{ij}^{\text{in}})) / m] \times S_i & m \geq 1 \\ S_i^{\text{out}} = S_i & m = 0 \end{cases} \quad (3-13)$$

S_i^{out} —第 i 项安全水平的输出值； S_{ij}^{in} —第 i 项安全水平对应的第 j 项紧前工作输入值； ω_{ij} —第 j 项紧前工作对第 i 项工作安全性的影响程度； S_i —第 i 项工作自身安全系数。工序 m 为工序 i 的第 j 项紧前工序，则工序 i 的第 j 项安全输入值 S_{ij}^{in} 即为工序 m 的安全输出值 S_m^{out} 。而整个项目的安全水平则为最后一道工序的安全输出值，即：

$$S = S_n^{\text{out}} = [1 - \sum_{j=1}^m (\omega_{nj}(1 - S_{nj}^{\text{in}})) / m] \times S_n \quad (3-14)$$