

模型计算实例

一、生产线假定

生产线如下图所示：

节点配置：A、B、C

影响边配置：A—B、B—C



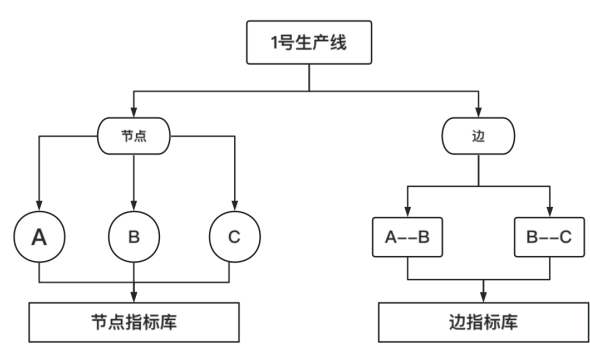
二、风险评估等级

风险评估等级如下所示：

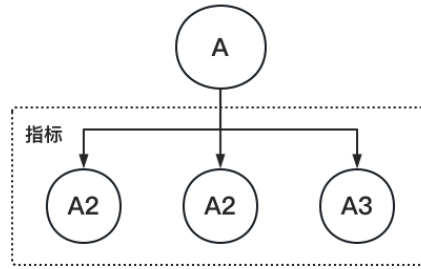
$$CommitLevel = (\text{高}, \text{中}, \text{低})$$

三、评价流程树建立

生产线评价对象评估流程图如下所示：



四、节点评估



假定A节点的指标关系对如上图所示，拥有 A_1, A_2, A_3 三个指标，后文介绍计算A节点的模糊评判的方法。

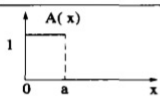
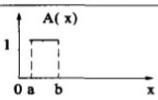
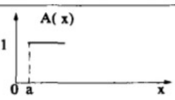
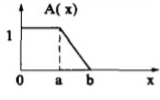
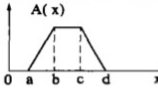
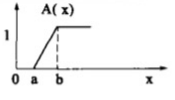
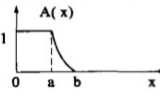
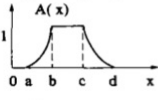
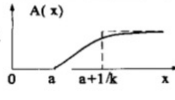
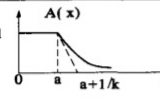
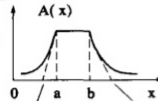
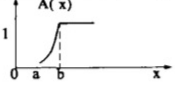
1. 获得指标隶属度向量

假定有 n 个评价等级，对指标 A_1 将设计 n 个隶属度函数 $f_{1n}(x)$ ，其中 x 表示的是 A_1 的带入值。

隶属度函数的值域为 $[0, 1]$ ，表示对与某一个评价等级的符合情况。

对于隶属度函数的设置，常见的有如下图所示：

表 1 常用的模糊函数分布表

模糊分布	偏小型	中间型	偏大型
矩形分布	 $A(x) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ 0, & x > a \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \text{ 或 } x > b \\ 1, & a \leq x \leq b \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ 1, & x \geq a \end{cases}$
梯形分布	 $A(x) = \begin{cases} 1, & x < a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x > b \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b \\ 1, & b \leq x < c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x < d \\ 0, & x \geq d \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases}$
k 次抛物线型分布	 $A(x) = \begin{cases} 1, & x < a \\ \left(\frac{b-x}{b-a}\right)^k, & a \leq x \leq b \\ 0, & x > b \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \left(\frac{x-a}{b-a}\right)^k, & a \leq x < b \\ 1, & b \leq x < c \\ \left(\frac{b-x}{b-c}\right)^k, & c \leq x < d \\ 0, & x \geq d \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \left(\frac{x-a}{b-a}\right)^k, & a \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases}$
Γ 形分布	 $A(x) = \begin{cases} 1, & x < a \\ e^{-k(x-a)}, & x \geq a, (k > 0) \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} e^{k(x-a)}, & x < a \\ 1, & a \leq x < b, (k > 0) \\ e^{-k(x-b)}, & x \geq b \end{cases}$	 $A(x) = \begin{cases} 0, & x < a, (k > 0) \\ 1 - e^{-k(x-a)}, & x \geq a \end{cases}$

在本模型中，暂时考虑三种：

- 1) 三角形函数
- 2) 梯形函数
- 3) 高斯函数

1) 假设 A_1 对于**风险高这个评价等级**的隶属度函数(三角形分布)为：

$$f_{1\text{高}} = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 1 & x = b \\ \frac{x-b}{c-b} & b < x < c \\ 0 & x > c \end{cases}$$

2) 假设 A_1 对于**风险中等**这个评价等级的隶属度函数(梯形分布)为：

$$f_{1\text{中}} = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a < x < b \\ 1 & b < x < c \\ \frac{x-b}{c-b} & c < x < d \\ 0 & x > d \end{cases}$$

3) 假设 A_1 对于**风险低**这个评价等级的隶属度函数(高斯分布)为：

$$f_{1\text{低}} = e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}}$$

此处省略针对其他等级的函数表示了，打公式太费时间了

将 A_1 值带入后得到的隶属度向量为 $v_1 = (f_{1\text{高}} \quad f_{1\text{中}} \quad f_{1\text{低}}) = (0.5 \quad 0.2 \quad 0.3)$

同理可以得到 A_2 的隶属度向量为 $v_2 (0.2 \quad 0.3 \quad 0.5)$ ，

同理可以得到 A_3 的隶属度向量为 $v_2 (0.1 \quad 0.8 \quad 0.1)$ ，

2. 获得指标之间的权重

指标权重由客户输入，所以这里是查表所得，三个指标的权重向量为：

$$W_a = (0.3 \quad 0.3 \quad 0.4)$$

3. 获得对于A节点的评价结果：

通过模糊综合评判的计算法则：权重*隶属度矩阵，即可得到A节点对于模糊等级集合的隶属度向量

$$k_a = W_a E_a = (0.3 \quad 0.3 \quad 0.4) * \begin{pmatrix} 0.5 & 0.2 & 0.3 \\ 0.2 & 0.3 & 0.5 \\ 0.1 & 0.8 & 0.1 \end{pmatrix} = (0.25 \quad 0.47 \quad 0.28)$$

同理可得到B、C节点的隶属度向量为：

$$\begin{aligned} k_b &= (0.2 \quad 0.7 \quad 0.1) \\ k_c &= (0.1 \quad 0.2 \quad 0.7) \end{aligned}$$

4. 对ABC节点进行综合评估

- 对于节点A、B、C的**指标**进行综合评判之后，则对于节点层面，可以获得其评价矩阵：

$$H_n = \begin{pmatrix} k_a \\ k_b \\ k_c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.2 & 0.3 \\ 0.2 & 0.7 & 0.1 \\ 0.1 & 0.2 & 0.7 \end{pmatrix}$$

- 根据取最大隶属度的原则，则对于节点层的评判结果为

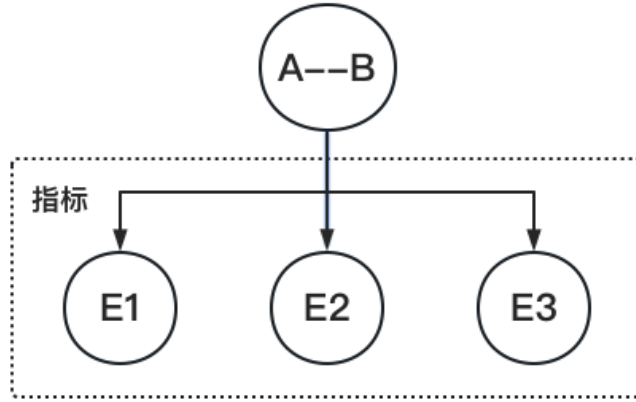
$$R_n = \begin{pmatrix} 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0 \\ 0 & 0 & 0.7 \end{pmatrix}$$

- 结果分析：

在对节点层面进行态势评估后，**发现 A节点的风险评估为 高，生产线存在安全隐患**

五、边评估

和节点评估是完全一致的 可以把边理解为节点，各自都有自己的指标，也的设置隶属度函数的参数



边评估的过程与节点的评估基本一致，如下所示：

1. 获得指标的隶属度向量

根据评价等级，对每一个指标设置隶属度函数，然后带入求值，得到隶属度向量 v_{e1}, v_{e2}, v_{e3} ，获得A-B边的评价矩阵 E_{A-B} ：

$$E_{A-B} = \begin{pmatrix} v_{e1} \\ v_{e2} \\ v_{e3} \end{pmatrix}$$

2. 获取某边下各个指标之间的权重

直接读表，获得 W_{A-B}

3. 获得A--B影响边的评判结果

$$k_{A-B} = W_{A-B} E_{A-B}$$

4. 对整个边的层级进行综合评估

将A-B边和B-C边的结果进行整合：

$$H_n = \begin{pmatrix} k_{A-B} \\ k_{B-C} \end{pmatrix}$$

之后对H矩阵进行取最大最小的运算，即可得到评估结果。