

# Evaluation on Intellectual Property Risk Based on Evidence Theory

Min Wang<sup>1</sup>, Zhijian Duan<sup>1</sup>, Xianfeng Liu<sup>1</sup>, Daozhi Zhao<sup>2</sup>, Jingfeng Han<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Academy of Military Transportation, Tianjin, China

<sup>2</sup>Tianjin University, Tianjin, China

<sup>3</sup>Tianjin Professional College, Tianjin, China

Email: wm\_tju@yahoo.com.cn, liuxianfeng51@163.com

**Abstract:** Intellectual property risk is easily happened during knowledge sharing between cooperation organizations. Evaluation on intellectual property risk is premise and foundation to control risk effectively. Index system of intellectual property risk evaluation was built in this paper considering environmental factor, knowledge character and organizational factor of intellectual property risk. A risk evaluation model based on evidence theory was built in combination with uncertainties of specialists' evaluation and the validity of it was verified by illustration. The scientific and reasonable method was raised to evaluate intellectual property risk.

**Key words:** cooperation organization; knowledge sharing; intellectual property risk; evidence theory

## 基于证据理论的知识产权风险评估

王 敏<sup>1</sup>, 段志坚<sup>1</sup>, 刘先锋<sup>1</sup>, 赵道致<sup>2</sup>, 韩景丰<sup>3</sup>

1. 天津军事交通学院, 天津 300161

2. 天津大学, 天津 300072

3. 天津职业大学, 天津 300402

Email: wm\_tju@yahoo.com.cn, liuxianfeng51@163.com

**【摘要】** 合作组织间知识共享极易产生知识产权风险, 对其进行评估是有效控制风险的前提和基础。本文考虑到知识产权风险产生的环境因素、知识特性因素和组织特性因素, 构建了知识产权风险评估的指标体系, 结合专家评估意见中的不确定性, 建立了一种基于证据理论的知识产权风险评估模型, 并通过实例验证了该模型的有效性, 为知识产权的评估提供了科学合理的方法。

**【关键词】** 合作组织; 知识共享; 知识产权风险; 证据理论

### 1 引言

合作组织间的知识共享是以组织为依托, 组织内各企业之间进行知识转移与创造的过程。组织中企业通过知识共享, 可以激活知识存量, 提高已有知识的利用价值; 避免知识的重复开发以节约资源<sup>[1]</sup>。

由于知识共享企业间的目标差异、机会主义行为和利益冲突, 在合作组织内知识共享极易产生知识产权风险, 即合作组织中部分企业将自己的核心技术与知识暴露给合作伙伴时, 核心技术被合作伙伴窃取、模仿, 以及合作伙伴利用合作机会, 超越知识拥有者许可范围使用知识产权, 最终导致企业竞争优势的削弱以至丧失的风险。

当前众多学者对知识产权风险的识别、控制等相关问题进行了研究, 如 Osterberg 将企业知识产权风险分为执行风险, 侵权风险, 所有权风险, 投资风险以及储存、维持和传播风险, 并分析了知识产权风险的保险问题<sup>[2]</sup>; Cauthorn 从执行费用、流失损失、侵权法律费用等方面构建了知识产权风险的分析框架, 并提出了知识产权风险控制方法<sup>[3]</sup>等。然而, 对于合作组织中知识共享环境下知识产权风险评价的研究相对较少。这主要因为风险评价与决策者的偏好有关, 不同的决策者对风险持有不同的态度; 同时, 风险评价存在许多不确定性, 如何将不确定性数值量化, 并将其量化结果进行合成是一个难题。基于以上分析, 本文将采用证据理论对合作组织知识共享环境下知识产

权风险进行评价, 从而为构建知识产权风险防范体系提供参考依据。

## 2 证据理论及其算法

证据理论是在 Dempster 提出的“上、下概率”及其合成规则的基础上, 由 Shafer 在其 1976 年出版的专著《证据的数学理论》中建立的<sup>[4]</sup>。在证据理论中, 证据指的是人们经验和知识的一部分, 是人们对该问题所作的观察和研究结果。基于人们经验或知识的不确定性, 不能对某一命题给出确定的结果, 只能给出对该命题的支持程度, 在证据理论中称为该命题的信度。如果有一批证据, 则可以根据证据理论的 Dempster 合成准则, 计算出它们共同作用时某一个命题的信度, 从而确定结果所处的范围。

在合作组织知识共享环境下知识产权风险的评价中, 由于各位专家对待风险的态度不同, 导致各位专家对知识产权风险评价等级的信度不同。因此, 采用证据理论能够确定多个专家对知识产权风险评价等级的综合信度, 进而确定知识产权风险的大小。

### 2.1 证据理论基本定义<sup>[5]</sup>

定义 1 设  $\Theta$  为辨识框架, 如果集合  $m: 2^\Theta \rightarrow [0,1]$  ( $2^\Theta$  为  $\Theta$  的幂集, 是  $\Theta$  所有子集的集合) 满足  $m(\phi) = 0$ , 且有  $\sum_{A \subseteq \Theta} m(A) = 1$ , 则称  $m$  为框架  $\Theta$  上的基本可信度分配, 又称为 mass 函数。

定义 2 设  $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$ ,  $\beta_i$  是证据对  $\theta_i$  所提供的支持度, 且满足  $\beta_i \geq 0$ ;  $\sum_{i=1}^n \beta_i \leq 1$ , 则所定义的函数  $S = \beta_i: 2^\Theta \rightarrow [0,1]$  称为简单支持函数, 也可记为  $S = \{\theta_i(\beta_i), i = 1, 2, \dots, n\}$ 。

定义 3 设证据集  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_L\}$ , 各证据相互独立, 其权重  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_L\}$ , 则满足  $\sum_{j=1}^L w_j = 1$ 。

定义 4 在识别框架  $\Theta$ , 设  $\beta_{j,i}$  是证据  $e_j$  对  $\theta_i$  的基本支持度, 集函数  $m$  满足  $m_{j,i} = w_j \cdot \beta_{j,i}$ ,

$m_{j,\Theta} = 1 - \sum_{i=1}^n m_{j,i}$  ( $j = 1, 2, \dots, L; i = 1, 2, \dots, n$ ), 则称  $m_{j,i}$  为

证据  $e_j$  在框架  $\Theta$  上  $\theta_i$  的基本信度,  $m_{j,\Theta}$  为未分配的信度。

### 2.2 证据理论合成法则

(1) 令  $m_{j,\Theta} = \bar{m}_{j,\Theta} + \tilde{m}_{j,\Theta}$ , 其中  $\bar{m}_{j,\Theta} = 1 - w_j$  是由于权重引起的未分配信度; 而  $\tilde{m}_{j,\Theta} = w_j(1 - \sum_{i=1}^n \beta_{j,i})$  是由于未知(不确定性)引起的未分配信度。

(2) 定义  $E_{I(j)}$  为前  $j$  个证据的集合  $E_{I(j)} = \{e_1, e_2, \dots, e_j\}$ , 令  $m_{I(j),i}$  为  $E_{I(j)}$  中所有证据对  $\theta_i$  的综合信度,  $m_{I(j),\Theta}$  为未分配的信度, 则证据理论的递归公式为:

$$\{\theta_i\}: m_{I(j+1),i} = K_{I(j+1)}(m_{I(j),i} \cdot m_{j+1,i} + m_{I(j),\Theta} \cdot m_{j+1,i} + m_{I(j),\Theta} \cdot m_{j+1,i}) \quad (1)$$

$$\text{而 } K_{I(j+1)} = [1 - \sum_{i=1}^n \sum_{i \neq j} m_{I(j),i} \cdot m_{j+1,i}]^{-1} \quad (j=1, 2, \dots, L-1) \quad (2)$$

$K_{I(j+1)}$  是信度系数, 以满足总信度为 1 的要求。

$$\{\Theta\}: m_{I(j),\Theta} = \bar{m}_{I(j),\Theta} + \tilde{m}_{I(j),\Theta} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\tilde{m}_{I(j+1),\Theta} = K_{I(j+1)}(\tilde{m}_{I(j),\Theta} \cdot \tilde{m}_{j+1,\Theta} + \bar{m}_{I(j),\Theta} \cdot \tilde{m}_{j+1,\Theta} + \tilde{m}_{I(j),\Theta} \cdot \bar{m}_{j+1,\Theta}) \quad (4)$$

$$\bar{m}_{I(j+1),\Theta} = K_{I(j+1)} \cdot \bar{m}_{I(j),\Theta} \cdot \bar{m}_{j+1,\Theta} \quad (5)$$

(3) 在所有  $L$  个证据合成后, 综合支持信度可由以下公式直接给出, 即

$$\{\theta_i\}: \beta_i = \frac{m_{I(L),i}}{1 - m_{I(L),\Theta}} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

$$\{\Theta\}: \beta_\Theta = \frac{\tilde{m}_{I(L),\Theta}}{1 - m_{I(L),\Theta}} \quad (7)$$

因此, 证据集  $E$  在识别框架  $\Theta$  上的综合支持函数为  $S(E) = \{\theta_i(\beta_i), i = 1, 2, \dots, n\}$  即可确定。

### 3 基于证据理论的知识产权风险评价模型

#### 3.1 确定知识产权风险评价指标及其权重

合作组织中知识产权风险的存在，主要源于以下几方面因素：首先是社会环境因素，包括法律环境和经济文化环境；其次是知识特性因素，包括知识的价值特性和知识的技术特性；最后是合作组织特性，主要表现在合作组织的主体特性、合作伙伴的学习特性和合作关系特性。按照指标选取的系统性、通用可比性、和目标导向性原则，建立了知识共享环境下合作组织的知识产权风险评价指标体系  $e_i$ ，并确定了其权重值  $w_{e_i}$ ，见图 1 所示<sup>[1]</sup>。

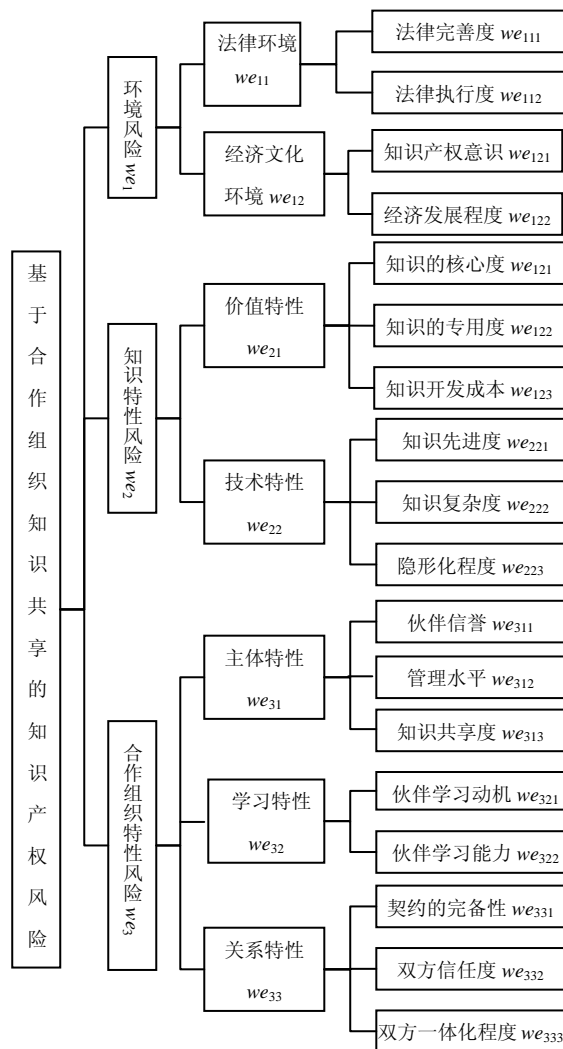


Figure 1. Indexes and weights of evaluation on intellectual property risk

图 1. 知识产权风险评价指标及其权重

#### 3.2 确定知识产权风险等级

知识共享环境下知识产权风险等级反映了知识产权风险的不同状态，由于知识产权风险具有模糊性、笼统性和不对称性。将知识产权风险分为可忽略  $\theta_1$ 、微小  $\theta_2$ 、一般  $\theta_3$ 、严重  $\theta_4$  和非常严重  $\theta_5$  等 5 个等级。其中， $\theta_1$  表示知识产权风险对知识共享几乎没有影响； $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 、 $\theta_4$  和  $\theta_5$  分别表示一旦风险发生，将导致知识共享项目成果的产出周期延长、知识共享的暂时中断、知识共享的长时间中断和知识共享失败。

#### 3.3 确定不同专家的权重值

假设有  $N$  个专家对知识产权风险每个指标进行评价，由于各个专家对知识产权风险认识和理解的程度不同，因此需要确定每个专家不同的权重值，记第  $j$  个专家的权重值为  $w_j$ ，则有  $\sum_{j=1}^N w_j = 1 (j = 1, 2, \dots, N)$ 。

#### 3.4 知识产权风险的综合信度评价

针对每个知识产权风险评价指标，各专家给出风险等级的基本支持度  $\beta$ 。设第  $j$  个专家对每个评价指标  $e$  的评价  $S(e) = \{\theta_i(\beta_{j,i}), i = 1, 2, \dots, 5\}$ ，满足  $\beta_{j,i} \geq 0$ ， $\sum_{i=1}^5 \beta_{j,i} \leq 1$ 。根据证据理论的合成法则能够计算出各指标的综合信度。在此基础上能够进一步合成知识产权风险等级的支持信度。

### 4 知识产权风险评价实例

某合作组织进行知识共享创新，为了更好地控制和规避知识产权风险，现请来自不同领域的 3 位专家对知识产权风险进行评价。知识产权各评价指标的权重及三位专家  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  对各指标的支持度见表 1 所示。其中三位专家  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$  的权重  $W = \{w_1, w_2, w_3\} = (0.3, 0.3, 0.4)$

根据表 2 易知 3 位专家对三级指标法律完善程度  $e_{111}$  的基本支持度分配。由于三位专家的权重  $w_1 = 0.3$ 、 $w_2 = 0.3$  和  $w_3 = 0.4$ ，根据证据理论基本定义能够确定专家对指标  $e_{111}$  的基本信度。令  $m_{1(i),i}(e_{111}) = m_{1,i}(e_{111})$ 。

$(i = 1, 2, \dots, 5)$ ，根据公式(1)~(5)，当  $j = 2$  时， $E(2) = \{e_1, e_2\}$ ，能够确定前 2 位专家对指标  $e_{111}$  的信度系数及合成信度；当  $j = 3$  时， $E(3) = \{e_1, e_2, e_3\}$ ，能够确定 3 位专家对指标  $e_{111}$  的信度系数及合成信度。

Table 1. Evaluation of experts on intellectual property risk

表 1. 专家对知识产权风险评价表

指标, 权重	指标, 权重	指标, 权重	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
e1, 0.35	e <sub>11</sub> , 0.6	e <sub>111</sub> , 0.6	θ <sub>4</sub> (0.5), θ <sub>5</sub> (0.4)	θ <sub>4</sub> (0.8)	θ <sub>3</sub> (0.1), θ <sub>4</sub> (0.9)
		e <sub>112</sub> , 0.4	θ <sub>3</sub> (0.4), θ <sub>4</sub> (0.6)	θ <sub>4</sub> (0.2), θ <sub>5</sub> (0.7)	θ <sub>5</sub> (1.0)
	e <sub>12</sub> , 0.4	e <sub>121</sub> , 0.35	θ <sub>2</sub> (0.8), θ <sub>3</sub> (0.2)	θ <sub>3</sub> (0.3), θ <sub>4</sub> (0.6)	θ <sub>3</sub> (0.9)
		e <sub>122</sub> , 0.65	θ <sub>2</sub> (0.2), θ <sub>3</sub> (0.7)	θ <sub>3</sub> (0.8)	θ <sub>4</sub> (0.7)
e2, 0.30	e <sub>21</sub> , 0.5	e <sub>211</sub> , 0.3	θ <sub>3</sub> (0.3), θ <sub>4</sub> (0.6)	θ <sub>4</sub> (0.9)	θ <sub>5</sub> (0.9)
		e <sub>212</sub> , 0.3	θ <sub>3</sub> (0.5), θ <sub>4</sub> (0.5)	θ <sub>4</sub> (0.8)	θ <sub>4</sub> (0.9)
		e <sub>213</sub> , 0.4	θ <sub>2</sub> (0.7), θ <sub>3</sub> (0.2)	θ <sub>2</sub> (0.8)	θ <sub>3</sub> (0.6), θ <sub>4</sub> (0.2)
	e <sub>22</sub> , 0.5	e <sub>221</sub> , 0.3	θ <sub>4</sub> (0.4), θ <sub>5</sub> (0.6)	θ <sub>4</sub> (0.9)	θ <sub>5</sub> (0.8)
		e <sub>222</sub> , 0.35	θ <sub>2</sub> (0.3), θ <sub>3</sub> (0.6)	θ <sub>2</sub> (0.7)	θ <sub>3</sub> (0.8)
		e <sub>223</sub> , 0.35	θ <sub>2</sub> (0.4), θ <sub>3</sub> (0.6)	θ <sub>3</sub> (0.8)	θ <sub>2</sub> (0.1), θ <sub>3</sub> (0.9)
e3, 0.35	e <sub>31</sub> , 0.4	e <sub>311</sub> , 0.3	θ <sub>2</sub> (0.5), θ <sub>3</sub> (0.5)	θ <sub>2</sub> (0.7)	θ <sub>3</sub> (0.8)
		e <sub>312</sub> , 0.45	θ <sub>3</sub> (0.5), θ <sub>4</sub> (0.5)	θ <sub>3</sub> (0.2), θ <sub>4</sub> (0.7)	θ <sub>4</sub> (0.7)
		e <sub>313</sub> , 0.25	θ <sub>3</sub> (0.6)	θ <sub>3</sub> (0.4), θ <sub>4</sub> (0.5)	θ <sub>4</sub> (0.5)
	e <sub>32</sub> , 0.4	e <sub>321</sub> , 0.4	θ <sub>4</sub> (0.7)	θ <sub>3</sub> (0.6), θ <sub>4</sub> (0.3)	θ <sub>4</sub> (0.7)
		e <sub>322</sub> , 0.6	θ <sub>3</sub> (0.3), θ <sub>4</sub> (0.4)	θ <sub>4</sub> (0.7)	θ <sub>5</sub> (0.8)
	e <sub>33</sub> , 0.2	e <sub>331</sub> , 0.2	θ <sub>2</sub> (0.7), θ <sub>3</sub> (0.2)	θ <sub>2</sub> (0.8)	θ <sub>3</sub> (0.7)
		e <sub>332</sub> , 0.4	θ <sub>3</sub> (0.6), θ <sub>4</sub> (0.3)	θ <sub>3</sub> (0.6)	θ <sub>4</sub> (0.8)
		e <sub>333</sub> , 0.4	θ <sub>2</sub> (0.8), θ <sub>3</sub> (0.1)	θ <sub>3</sub> (0.6)	θ <sub>2</sub> (0.7), θ <sub>3</sub> (0.2)

根据公式(6)、(7),能够计算三位专家对指标 e<sub>111</sub> 的综合支持信度 θ<sub>1</sub>(e<sub>111</sub>)=0, θ<sub>2</sub>(e<sub>111</sub>)=0, θ<sub>3</sub>(e<sub>111</sub>)=0.038, θ<sub>4</sub>(e<sub>111</sub>)=0.869, θ<sub>5</sub>(e<sub>111</sub>)=0.093, 而未分配信度 β<sub>0</sub>(e<sub>111</sub>)=0.666。因此 S(e<sub>111</sub>)={θ<sub>3</sub>(0.038), θ<sub>4</sub>(0.869), θ<sub>5</sub>(0.093)}。同理可以计算出计算出其它 17 个指标的综合信度值。

再次利用上述方法对三级指标进行合成,可得二级指标的合成信度。对二级指标的合成信度进行合成可得一级指标的合成信度。对一级指标进行合成,可得综合知识产权风险信度 θ<sub>2</sub>(0.085), θ<sub>3</sub>(0.302), θ<sub>4</sub>(0.461), θ<sub>5</sub>(0.153)。即该合作组织知识共享环境下知识产权风险微小、一般、严重和非常严重的信度分别为 0.085、0.302、0.461 和 0.153。因此该合作组织知识产权风险处于严重等级,企业应该做好风险防范工作。

## 5 结论

知识产权风险的评价是进一步构建知识产权风险防范体系的重要基础,文中根据知识产权风险存在

的特点,构建了知识产权风险的评价指标体系,结合专家评估意见中的不确定性,提出应用基于证据理论方法对知识产权风险进行评价,并通过实例验证了该方法的可行性。该方法能够较好地对知识共享环境下知识产权风险做出评价,有助于合作企业采取相应的防范措施来规避知识产权风险。

## References (参考文献)

- [1] Han jingfeng. Research on Intellectual Property Risks within the Environment of Knowledge Sharing in Supply Chain[D].Tianjin: Tianjin University Management school, 2008  
韩景丰.供应链知识共享环境下的知识产权风险研究[D],天津:天津大学管理学院,2008.
- [2] Osterberg E.C,A primer on IP risk management and insurance [J], the Licensing Journal,2003,(11~12):1~10.
- [3] Cauthorn K K, Managing Intellectual Property Risk: Because Knowledge Is A Company's Greatest Asset[J]. Intellectual Asset Management Practice, 2004(1),1~20.
- [4] Duan xinsheng, Evidence theory and decision making. Artificial Intelligence [M].Beijing: China Renmin University Press, 1993.  
段新生, 证据理论与决策, 人工智能[M], 北京: 中国人民大学出版社, 1993.
- [5] Shafer G A. Mathematical theory of evidence[M].Princeton: Princeton University Press,1976,19~63.