# 基于三角模糊数层次分析法的专利质押融资价值评估

李志鹏，夏轶群（博士）

【摘要】目前，专利质押融资发展举步维艰的重要原因之一是质押专利价值的评估存在很大的不确定性。本文在现有专利价值评估指标体系的基础上，综合考虑质物载体企业状况对质押专利的价值影响，优化质押专利价值评估指标体系，并运用三角模糊数层次分析法对指标体系的权重进行计算分析。结果表明，质物载体企业的状况严重影响到对质押专利的选择，融资相关机构更倾向于选择拥有良好信誉及发展潜力的企业作为融资对象。

【关键词】专利质押融资；专利价值评估；三角模糊数；层次分析法

【中图分类号】F272.3　　【文献标识码】A　　【文章编号】1004-0994(2016)15-0063-4

## 一、引言及文献概述

专利质押融资是指企业以其拥有的技术专利等技术知识产权作为质押物，向银行等金融机构申请贷款，当企业无法偿还贷款时，银行等金融机构有权依法将该技术专利折价或拍卖，变卖的资金将会优先偿还给银行等金融机构的一种融资方式。专利质押融资的出现在一定程度上缓解了科技型中小企业的融资难题，使科技型中小企业的先进技术能够及时市场化。但是目前专利质押融资的发展依旧步履维艰，其中一个重要的原因就是质押专利价值的评估存在很大的不确定性。

近年来，国内外学术界和企业界越来越关注这个难题，并试图建立科学的专利价值评估指标体系来衡量质押专利的价值。其中，国内的研究成果主要有：万小丽和朱雪忠(2008)基于专利价值的时效性、不确定性和模糊性尝试建立了一个专利价值评估指标体系；钱坤等(2013)在我国技术交易所发布的《专利价值分析指标体系》的基础上，优化设计了基于质押融资情景的专利价值分析指标体系；朱国军等(2011)、吕晓蓉(2014)也分别尝试构建了各自的专利价值评估指标体系。

综上所述，我国现有文献关于专利价值评估指标体系的研究中，关于技术本身对专利融资价值的影响考虑较多，而对作为专利权主体的企业状况对质押专利价值的影响考虑较少。然而在实际融资过程中，相关机构对融资对象的评价除了重点考虑质押专利的技术价值，还越来越关注企业本身的运营状况，具有良好信誉和较大发展潜力的中小企业越来越受到关注。因此，构建优质质押专利价值评估指标体系时，一方面需要考虑专利本身的技术价值，另一方面需要考虑质物载体企业的运营状况。

本文基于科技型中小企业专利质押融资背景，在现有专利价值评估指标体系的基础上，综合考虑质物载体企业状况对质押专利价值的影响，尝试建立优质质押专利价值评估指标体系。本文所采用的研究方法是三角模糊数层次分析法(FAHP)，这种方法将传统层次分析法与模糊理论相结合，能够充分考虑到人类思维的模糊性，使判断结果更为精确。

## 二、专利质押融资价值评估指标体系的优化

本文主要针对发明专利(以下简称“专利”)的质押融资进行价值评估。一般来说，专利价值主要取决于专利的技术价值、市场价值和法律价值三个方面，但在实际融资评价过程中，企业本身的经营状况也对专利价值有重要影响。本文正是考虑这一因素，在我国技术交易所发布的《专利价值分析指标体系》的基础上，结合参考其他文献中的专利价值指标，并根据专利质押融资对专利价值的影响特点，对专利质押融资价值评估的指标体系进行探讨和优化(详见表1)。

**1.** 专利法律价值，指法律赋予专利所有人的专属权产生的利益。主要体现为以下8个方面：①法律地位稳固程度：本专利或同族专利有无经过复审、专利异议无效程序或波及专利诉讼依然保持有效性的历史。②专利独立性：专利的实施是否依赖于其他专利或专利实施是否需要与其他专利组合运用。③专利保护范围：《权利要求书》中所规定的要保护的权利范围大小。④专利侵权可判定性：专利被侵权是否容易

【基金项目】国家自然科学基金项目“技术专利融资信用风险动态迁移过程和系统分担结构研究”(项目编号：71202103)

判定。⑤专利族规模：在多少个国家、地区或组织进行了专利申请和专利批准。⑥剩余有效期：专利剩余的法定有效期。⑦专利许可状态：本专利权人是否将本专利许可他人使用的历史。⑧专利处置风险：企业违约后专利技术是否容易折价、变卖或拍卖。

**表 1　　专利质押融资价值评估指标体系**

| | 一级指标 | 二级指标 |
|---|---|---|
| 优质质押专利筛选指标体系（以科技型中小企业专利质押融资为背景） | 专利法律价值$B_1$ | 法律地位稳固程度$C_{11}$ |
| | | 专利独立性$C_{12}$ |
| | | 专利保护范围$C_{13}$ |
| | | 专利侵权可判定性$C_{14}$ |
| | | 专利族规模$C_{15}$ |
| | | 剩余有效期$C_{16}$ |
| | | 专利许可状态$C_{17}$ |
| | | 专利处置风险$C_{18}$ |
| | 专利技术价值$B_2$ | 技术创新度$C_{21}$ |
| | | 技术可替代性$C_{22}$ |
| | | 技术含量$C_{23}$ |
| | | 技术成熟度$C_{24}$ |
| | | 行业发展状况$C_{25}$ |
| | | 技术应用范围$C_{26}$ |
| | | 专利更替周期$C_{27}$ |
| | 专利市场价值$B_3$ | 市场规模前景$C_{31}$ |
| | | 市场竞争能力$C_{32}$ |
| | | 市场需求度$C_{33}$ |
| | | 预期盈利能力$C_{34}$ |
| | | 市场占有率$C_{35}$ |
| | | 市场化难易程度$C_{36}$ |
| | 质物载体企业状况$B_4$ | 管理层能力$C_{41}$ |
| | | 企业信誉状况$C_{42}$ |
| | | 企业技术支撑$C_{43}$ |
| | | 企业获利能力$C_{44}$ |
| | | 企业偿债能力$C_{45}$ |
| | | 企业成长能力$C_{46}$ |
| | | 行业政策支持程度$C_{47}$ |

**2.** 专利技术价值，是指专利在技术创新过程中所具有的核心价值。体现为以下7个方面：①技术创新度：专利技术对相关领域内技术发展、进步的贡献程度。②技术含量：专利技术科技程度、复杂程度。③技术可替代性：专利技术可被其他专利替代的程度。④技术成熟度：专利技术处于产品的哪个阶段，不同的阶段专利价值也不相同，主要包括样品级、产品级、产业级等。⑤行业发展状况：专利所处行业的专利申请数量或授权数量在时间轴上的分布情况，数量逐渐增多，则表明行业发展处于上升期。⑥技术应用范围：可以运用此项专利技术的行业或产品的多少。⑦专利更替周期：类似专利的平均更替周期。

**3.** 专利市场价值，指专利技术在产业化、市场化过程中带来的预期收益价值。体现为以下6个方面：①市场规模前景：专利产品充分推广后预期能够实现的市场规模前景。②市场竞争能力：竞争对手的数量和规模，以及与同类产品相对比，专利产品竞争能力的强弱。③市场需求度：市场对专利技术或专利产品的需求程度。④预期盈利能力：专利市场化后预期能够带来利润的大小。⑤市场占有率：专利产品的市场占有率或经过充分推广后预期能够达到的市场占有率。⑥市场化难易程度：专利技术转化为商品以及形成产业的难易程度。

**4.** 质物载体企业状况，指待融资的中小企业对质押专利筛选的影响。体现为以下7个方面：①管理层能力：企业管理层是否具有相关方面的管理能力和管理经验。②企业信誉状况：企业是否存在信用违约行为、采用虚假财务报表等现象。③企业技术支撑：企业的技术人员及技术能力能否支撑企业的发展。④企业获利能力：企业最近3年的净利润率。⑤企业偿债能力：企业的资产负债率。⑥企业成长能力：企业最近3年的利润增长率。⑦行业政策支持程度：国家与地方政策对专利所在行业的支持程度。

**三、基于三角模糊数层次分析法的专利质押融资价值指标权重确定**

本文在优化建立专利质押融资价值评估指标体系的基础上，通过适当的方法确定底层各个指标的重要程度，以期为质押专利价值评估及优质质押专利的选择提供科学的参考依据。层次分析法（AHP）是由美国著名的运筹学教授Saaty于20世纪70年代提出的一种系统化、层次化的权重分析方法，但是传统的层次分析法不考虑人类思维的模糊性，因此会影响判断结果的准确性。而近年来改进的三角模糊数层次分析法（FAHP）是一种将传统层次分析法与模糊理论相结合，并充分考虑人类思维模糊性的方法，能够使判断结果更为精确，所以本文采用三角模糊数层次分析法（FAHP）来确定各指标权重。

三角模糊数层次分析法的基本思想是：元素$C_{jk}$（k=1，2，3，…，n）相对于上一层元素$B_j$（j=1，2，3，…，n）进行两两比较，利用三角模糊数定量表示比较的结果，由此可得到由三角模糊数组成的模糊判断矩阵。

定义：称$\overline{m}=(l,m,u)$为三角模糊数，其隶属度函数可以表示为：

$$u_M(x)\begin{cases}0 & x\leqslant l\\ \dfrac{x-l}{m-l} & l<x\leqslant m\\ \dfrac{x-u}{m-u} & m<x\leqslant n\\ 0 & x>u\end{cases}$$

式中：$x\in R$；l和u为其上界值和下界值；m为其中值；u−l表示模糊程度，u−l越大，模糊程度越大。

基于三角模糊数层次分析法，本文各项指标权重确定的基本方法如下：

**1.** 专家以三角模糊数的形式打分，并以此为依据，通过各因素的重要程度两两进行比较构成一个判断矩阵$R_N$。

**2.** 根据平均值公式$M_1 \oplus M_2=(l_1,m_1,u_1)\oplus(l_2,m_2,u_2)=[(l_1+l_2)/2,(m_1+m_2)/2,(u_1+u_2)/2]$列出平均值矩阵，并对平均值矩阵中由$m_{ij}$组成的中值矩阵$\overline{M}$进行一致性检验。

**3.** 根据公式 $D_i^k=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}^k\otimes\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}a_{ij}^k\right)^{-1}$ $(i=1,2,3,\cdots,n;j=1,2,3,\cdots,n)$计算第k层元素i的综合模糊值$D_i^k$，并利用公式$V(D_{B1}\leqslant D_{B2})=\left[\frac{l_2-u_1}{(m_1-u_1)-(m_2-l_2)}\Lambda 1\right]$两两比较综合重要程度值。

**4.** 计算指标$B_i$优于其他指标的纯量测度。根据公式$d(B_i)=V(D_{Bi}\geqslant D_{B1},\cdots,D_{Bi-1},D_{Bi+1},\cdots,D_{Bn})=\min\{V(D_{Bi}\geqslant D_{Bk})\}(k=1,2,\cdots,n,且k\neq i)$得到指标的权重模糊向量$W'=(d(B_1),d(B_2),\cdots,d(B_n))^T$，然后对权重值进行归一化处理得到$W_B$。

**5.** 根据公式$W_{Cij}=W_{Bi}W'_{Cij}$求取本层次的权重总向量。

## 四、基于三角模糊数层次分析法的专利质押融资价值的综合评价

### （一）数据说明

本文在构建模糊判断矩阵时，用三角模糊数的中值表示两指标相比较最可能的重要程度关系，用三角模糊数的上下界表示两指标相对重要程度关系范围，中值的选取依据表2所示的模糊标度。

**表 2　　模糊标度及其含义**

| 标度 | 含义 |
|---|---|
| 0.1 | 两个元素相比，后者比前者极端重要 |
| 0.2 | 两个元素相比，后者比前者强烈重要 |
| 0.3 | 两个元素相比，后者比前者明显重要 |
| 0.4 | 两个元素相比，后者比前者稍微重要 |
| 0.5 | 两个元素相比，两者具有同等重要性 |
| 0.6 | 两个元素相比，前者比后者稍微重要 |
| 0.7 | 两个元素相比，前者比后者明显重要 |
| 0.8 | 两个元素相比，前者比后者强烈重要 |
| 0.9 | 两个元素相比，前者比后者极端重要 |

在获取数据时，采用访谈调研、专家打分的方式，选取三位经验丰富的专家，向其充分说明判断矩阵的构建方法，然后专家根据表2的模糊标度，构造各指标两两比较的判断矩阵。在建立模糊判断矩阵时，专家根据经验，首先确定三角模糊数的中值，然后确定三角模糊数的上下界值，从而确定两指标间的相对重要程度。如表3所示的第一行第二个数值表示：专家认为专利法律价值$B_1$与专利技术价值$B_2$相比稍微重要，中值为0.6，重要程度范围为0.55到0.65。

### （二）权重计算

**1.** 经过数据整理后，获得3位专家关于B层次元素的判断矩阵，如表3所示：

**表 3　　B层次元素判断矩阵**

| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $B_1$ | (0.50,0.50,0.50) | (0.55,0.60,0.65) | (0,50,0.55,0.60) | (0,40,0.45,0.50) |
| | (0.50,0.50,0.50) | (0.50,0.55,0.60) | (0.55,0.60,0.65) | (0.45,0.50,0.55) |
| | (0.50,0.50,0.50) | (0.50,0.55,0.60) | (0.45,0.50,0.55) | (0,40,0.45,0.50) |
| $B_2$ | (0.35,0.40,0.45) | (0.50,0.50,0.50) | (0.40,0.45,0.50) | (0.30,0.35,0.45) |
| | (0,40,0.45,0.50) | (0.50,0.50,0.50) | (0,50,0.55,0.60) | (0,40,0.45,0.50) |
| | (0,40,0.45,0.50) | (0.50,0.50,0.50) | (0,40,0.45,0.50) | (0.35,0.40,0.45) |
| $B_3$ | (0.40,0.45,0.50) | (0.50,0.55,0.60) | (0.50,0.50,0.50) | (0.35,0.40,0.45) |
| | (0.35,0.40,0.45) | (0.40,0.45,0.50) | (0.50,0.50,0.50) | (0.35,0.40,0.45) |
| | (0.45,0.50,0.55) | (0.50,0.55,0.60) | (0.50,0.50,0.50) | (0,40,0.45,0.50) |
| $B_4$ | (0.50,0.55,0.60) | (0.60,0.65,0.70) | (0.55,0.60,0.65) | (0.50,0.50,0.50) |
| | (0.45,0.50,0.55) | (0.50,0.55,0.60) | (0.55,0.60,0.65) | (0.50,0.50,0.50) |
| | (0.50,0.55,0.60) | (0.55,0.60,0.65) | (0.50,0.55,0.60) | (0.50,0.50,0.50) |

**2.** 根据平均值公式$M_1 \oplus M_2=(l_1,m_1,u_1)\oplus(l_2,m_2,u_2)=[(l_1+l_2)/2,(m_1+m_2)/2,(u_1+u_2)/2]$计算获得B层次元素的平均值矩阵，如表4所示：

**表 4　　B层次元素的平均值矩阵**

| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $B_1$ | (0.50,0.50,0.50) | (0.52,0.57,0.62) | (0,50,0.55,0.60) | (0,42,0.47,0.52) |
| $B_2$ | (0.38,0.43,0.48) | (0.50,0.50,0.50) | (0.43,0.48,0.53) | (0.35,0.40,0.45) |
| $B_3$ | (0.40,0.45,0.50) | (0.48,0.53,0.58) | (0.50,0.50,0.50) | (0,37,0.42,0.47) |
| $B_4$ | (0.48,0.53,0.58) | (0.55,0.60,0.65) | (0.53,0.58,0.63) | (0.50,0.50,0.50) |

根据三角模糊数一致性校验定理，如果平均值矩阵的中值矩阵具有一致性，那么三角模糊判断矩阵也具有一致性。故在对B层次元素的平均值矩阵进行一致性检验时，对其平均值矩阵的中值矩阵进行一致性检验即可，具体的检验过程此处省略。

**3.** 根据公式$D_i^k=\sum_{j=1}^{n}a_{ij}^k\otimes\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}a_{ij}^k\right)^{-1}$ $(i=1,2,3,\cdots,n;j=1,2,3,\cdots,n)$计算B层次元素i(i=1,2,3,4)的综合模糊值$D_{Bi}$：

$D_{B1}=(1.94,2.09,2.24)\otimes(1/8.8,1/8,1/7.2)=(0.2205,0.2612,0.3111)$

$D_{B2}=(1.66,1.81,1.96)\otimes(1/8.8,1/8,1/7.2)=(0.1886,0.2262,0.2722)$

$D_{B3}=(1.75,1.90,2.05)\otimes(1/8.8,1/8,1/7.2)=(0.1989,0.2375,0.2847)$

$D_{B4}=(2.06,2.21,2.36)\otimes(1/8.8,1/8,1/7.2)=(0.2341,$

0.2763，0.3278）

利用公式$V\left(D_{B1}\leqslant D_{B2}\right)=\left[\frac{l_2-u_1}{\left(m_1-u_1\right)-\left(m_2-l_2\right)}\Lambda 1\right]$两两比较综合重要程度值：

$V(D_{B1}\geqslant D_{B2})=1$

$V(D_{B1}\geqslant D_{B3})=1$

$V(D_{B1}\geqslant D_{B4})=0.8360$

$V(D_{B2}\geqslant D_{B1})=0.5963$

$V(D_{B2}\geqslant D_{B3})=0.8664$

$V(D_{B2}\geqslant D_{B4})=0.4320$

$V(D_{B3}\geqslant D_{B1})=0.7304$

$V(D_{B3}\geqslant D_{B2})=1$

$V(D_{B3}\geqslant D_{B4})=0.5660$

$V(D_{B4}\geqslant D_{B1})=1$

$V(D_{B4}\geqslant D_{B2})=1$

$V(D_{B4}\geqslant D_{B3})=1$

**4.** 计算指标$B_i$优于其他指标的纯量测度。根据公式$d(B_i)=V(D_{Bi}\geqslant D_{B1},\cdots,D_{Bi-1},D_{Bi+1},\cdots,D_{Bn})=\min\{V(D_{Bi}\geqslant D_{Bk})\}$（$k=1,2,\cdots,n$，且$k\neq i$）得到指标权重模糊向量：

$d(B_1)=\min(1,1,0.8360)=0.8360$

$d(B_2)=\min(0.5963,0.8664,0.4320)=0.4320$

$d(B_3)=\min(0.7304,1,0.5660)=0.5660$

$d(B_4)=\min(1,1,1)=1$

于是得到指标权重模糊向量为：

$W'=(d(B_1),d(B_2),\cdots,d(B_n))^T=(0.8360,0.4320,0.5660,1)^T$

将W′进行归一化处理后得到B层次元素指标的模糊权重为：

$W_B=(0.2950,0.1524,0.1997,0.3529)^T$

**5.** 按照上述方法分别对$C_1$、$C_2$、$C_3$、$C_4$层元素计算模糊权重，然后根据公式$W_{Cij}=W_{Bi}W'_{Cij}$求取本层次的权重总向量。由于篇幅有限，中间过程不再描述，最后获得$C_1$、$C_2$、$C_3$、$C_4$层元素模糊权重排序总向量分别为：

$C_1$层元素模糊权重排序总向量为：

$W_{C1}=(0.0661,0.0382,0.0407,0.0424,0.0237,0.0186,0.0212,0.0441)$

$C_2$层元素模糊权重排序总向量为：

$W_{C2}=(0.0258,0.0101,0.0275,0.0137,0.0233,0.0309,0.0211)$

$C_3$层元素模糊权重排序总向量为：

$W_{C3}=(0.0404,0.0252,0.0239,0.0418,0.0367,0.0317)$

$C_4$层元素模糊权重排序总向量为：

$W_{C4}=(0.0393,0.0516,0.0469,0.0624,0.0672,0.0551,0.0304)$

综上，获得B层次元素权重由高到低排序依次为：质物载体企业状况$B_4$（0.3529）、专利法律价值$B_1$（0.2950）、专利市场价值$B_3$（0.1997）、专利技术价值$B_2$（0.1524）。获得C层次元素权重分别为：$C_1$（0.0661，0.0382，0.0407，0.0424，0.0237，0.0186，0.0212，0.0441）、$C_2$（0.0258，0.0101，0.0275，0.0137，0.0233，0.0309，0.0211）、$C_3$（0.0404，0.0252，0.0239，0.0418，0.0367，0.0317）、$C_4$（0.0393，0.0516，0.0469，0.0624，0.0672，0.0551，0.0304）。

## 五、结论

本文以科技型中小企业专利质押融资为背景，在现有专利价值评估指标体系的基础上，综合考虑质物载体企业状况对质押专利选择的影响，尝试建立了优质质押专利筛选指标体系。本研究得出如下两个主要结论：

**1.** 由专利法律价值$B_1$、专利技术价值$B_2$、专利市场价值$B_3$、质物载体企业状况$B_4$组成的B层次元素模糊权重由高到低排序为：$B_4>B_1>B_3>B_2$。这表明作为质押专利载体的科技型中小企业的自身状况严重影响着质押专利的选择。而在专利本身所具有的三个价值指标中，专利的法律价值维度权重最高，这与钱坤等（2013）的研究结论相吻合。

**2.** 在所有C层次元素中，模糊权重最高的三个分别为：企业偿债能力$C_{45}$、法律地位稳固程度$C_{11}$及企业获利能力$C_{44}$。这表明在专利质押融资过程中，企业的偿债能力、获利能力和专利的法律稳固程度最受关注，这与银行等金融机构一贯追求的低风险、高收益目标相吻合。

质押专利价值的评估是专利质押融资能够获得广泛发展的基础，而在评估专利价值选择优质质押专利的同时，也需要更多地关注融资企业的信誉和发展潜力。本文在综合考虑质押专利价值和融资企业信誉及发展潜力等的基础上，尝试构建了以专利质押融资为背景的优质质押专利筛选指标体系，希望能够对中小企业专利质押融资的发展提供一定帮助。

**主要参考文献：**

钱坤，沈厚才，黄忠全. 基于质押融资的专利价值系统分析[J]. 管理现代化，2013(4).

万小丽，朱雪忠. 专利价值的评估指标体系及模糊综合评价[J]. 科研管理，2008(2).

夏轶群，陈俊芳. 有可替代性和时间贬损的不确定条件技术专利价值评估[J]. 科技进步与对策，2009(15).

李振亚，孟凡生，曹霞. 基于四要素的专利价值评估方法研究[J]. 情报杂志，2010(8).

朱国军，万朝阳. 专利质押融资的质物筛选系统研究[J]. 中国科技论坛，2011(11).

吕晓蓉. 专利价值评估指标体系与专利技术质量评价实证研究[J]. 科技进步与对策，2014(20).

**作者单位：**上海应用技术学院经济与管理学院，上海 201418