

基于AHP-FCE的全国各地区专利实力评价^{*}

齐萍¹, 刘会景², 程延文², 潘薇², 凌锋², 杨冠灿¹

(1. 中国科学技术信息研究所, 北京 100038; 2. 北京万方数据股份有限公司, 北京 100038)

摘要: 专利实力是一个地区科技竞争力的重要因素。对地区的专利实力进行分析和评价, 有利于发现地区专利工作的不足。本文结合中国专利数据的属性特征, 从专利产出水平、专利技术实力、专利经济价值三个维度构造专利实力评价指标体系; 然后应用基于层次分析法的模糊综合评价方法 (AHP-FCE), 对全国各地区专利实力进行评价分析。

关键字: 专利实力; 指标体系; 层次分析法; 模糊综合评价

中图分类号: G306

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2015.09.003

科学技术飞速发展和经济全球化的时代背景下, 知识产权的作用和影响在世界范围内日益显著。知识产权, 特别是专利的数量和质量已成为衡量一个国家、地区和企业的竞争力和综合实力的重要指标之一。在这种形势下, 建立一个客观、科学、全面、实用的专利评价指标体系显得非常必要, 因为在专利的产出、实施、管理和保护过程中, 准确评价专利综合实力, 全面把握专利在科技和经济活动中的作用具有重要意义。

1 文献回顾

专利实力评价涉及评价指标体系建立和评价方法的选择。对于专利评价指标体系的研究, 2004年国家知识产权局黄庆^[1]等人从数量、质量和价值三个角度建立评价指标; 上海理工大学的叶春明^[2]等将专利指标划分成三个层次, 建立评价指标体系图; 魏雪君^[3]进一步细化国家知识产权局的专利评价指标; 刘玉琴等^[4]认为专利质量评价包括对专利的价格或经济价值评价和专利技术价值评价; 赵亚娟等^[5]构建的指标涉及专利的数量、质量和技术生命周期等方面; 仁智军等^[6]叙述了专

利情报分析中引用分析的理论和方法; 还有美国知识产权咨询公司CHI首创的“专利记分牌”应用也较为广泛。

常用的专利评价方法有层次分析法^[7] (Analytic Hierarchy Process)、专家调查法、模糊分析法、最小平方方法、主成分分析法^[8]等。层次分析法是由美国运筹家T.L.沙旦于20世纪70年代提出的, 它将人的主观判断为主的定性问题进行定量化, 将各种判断要素之间的差异数值化, 是一种解决多目标复杂问题的定性定量相结合、系统化的、层次化的决策分析方法。层次分析法 (AHP) 在专利评价中应用最为广泛, 如李钊^[9]、黎薇^[10]、李伟^[11]等利用层次分析法对企业的专利价值及专利竞争力进行评价, 王婷^[12]等人利用层次分析法评价高校新技术专利。

AHP在实际应用中的主要问题是如何构造、检验和修正判断矩阵的一致性问题, 和计算判断矩阵各要素的权重。目前的处理方法存在的主要问题是主观性强, 构造判断矩阵时多数是凭经验和技巧进行修正, 缺乏相应的科学理论和方法指导。本文在前人研究的基础上, 提出建立模糊评价矩阵, 并根据模糊评价矩阵构造

^{*} 本研究得到科技部国家科技支撑计划“面向科技创新的专利信息加工与服务关键技术研究与应用示范” (编号: 2013BAH21B01) 与科技部科研院所技术开发研究专项“基于专利信息资源的行业分析评价系统研发” (编号: 2014EG146067) 资助。

用于确定各评价指标权重的新思路,消除主观影响。

2 专利评价指标体系概述

2.1 指标构建原则

本文参考国内外主流的指标体系,结合中国专利数据的属性特征,设计了专利分析评价指标体系。在指标筛选过程中,遵循以下原则:

客观性:坚持选择客观定量指标,减少主观定性指标。

普遍性:尽量采用国际通用或者相对成熟的指标,注意指标的内涵和外延,考虑到其差别对评价结果合理性的影响。

系统性:一个科学的专利实力指标体系并不是方方面面指标简单的集合体,而是各指标之间相辅相成,从不同角度和层面来度量和评价专利的综合实力。

可量化性:采取量化的方法对专利实力各个方面

的数量特点进行评价。

易获取性:遵循简单易懂和数据易获取的标准。对于无法采集的指标,用类似指标代替。指标的内容要容易理解,不能产生歧义,所构建的指标体系在实践中较为准确。

2.2 指标体系介绍

本文从专利产出水平、专利技术实力、专利经济价值三个方面构建地区专利实力评价指标体系(见表1)。

3 专利实力评价体系指标权重确定及算法

3.1 AHP-FCE模型介绍

模糊综合评价^[13](Fuzzy Comprehensive Evaluation-

表1 地区专利评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标含义
专利产出水平U	产出数量U ₁	专利申请总量U ₁₁	某一时期内地区p的专利申请量
		发明专利申请量U ₁₂	某一时期内地区p的发明专利申请量
		PCT专利申请量U ₁₃	某一时期内地区p的PCT专利申请量
	产出质量U ₂	专利授权量U ₂₁	某一时期内地区p的专利授权量
		发明专利授权量U ₂₂	某一时期内地区p的发明专利授权量
		专利授权率U ₂₃	某一时期内地区p的专利授权量与申请量的比值
	产出效率U ₃	专利增长率U ₃₁	地区p(第n+1年专利申请量-第n年专利申请量)/第n年专利申请量
		发明专利增长率U ₃₂	地区p(第n+1年发明专利申请量-第n年发明专利申请量)/第n年发明专利申请量
专利技术实力T	技术投入水平T ₁	研发人员投入量T ₁₁	某一时期内地区p的专利权人数量
	地域保护范围T ₂	专利家族国数量T ₂₁ *	某一时期内地区p所涉及的专利家族国家数量
		专利家族数量T ₂₂ *	某一时期内地区p所涉及的专利家族数量
	技术覆盖广度T ₃	技术覆盖范围T ₃₁	某一时期内地区p专利的主分类号数量
专利经济价值V	专利维持V ₁	专利维持水平V ₁₁	某一时期内地区p有效专利的数量
		专利存活率V ₁₂	某一时期内地区p有效专利的数量除以授权专利数量
		专利平均年龄V ₁₃	某一时期内地区p所拥有的平均专利年龄: [(当前年份+当前月份/12) - (授权年份+授权月份/12)]的总和除以专利件数
	专利应用V ₂	专利转移/许可率V ₂₁	某一时期内地区p专利权(申请)转移和许可数量除以专利申请数量
		专利无效宣告率V ₂₂	某一时期内地区p宣告无效的专利的数量除以授权专利数量

注:指标T21*和T22*单独利用SIPO(国家知识产权局)中国专利文献信息,目前无法统计。

n, 简称FCE) 是一种基于模糊数学的综合评价方法。该评价法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价, 即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, 简称AHP) 是从定性分析到定量分析综合集成的一种典型的系统工程方法, 将定性分析进行量化, 将各种判断要素之间的差异数值化, 帮助人们保持思维过程的一致性, 适用于复杂的模糊综合评价系统。本文提出了基于层次分析法的模糊综合评价方法 (AHP-FCE), 该方法依据原始数据本身的特点建立模糊评价矩阵, 并根据模糊评价矩阵构造用于确定各评价指标权重的判断矩阵, 由此求出各指标的权重。

3.2 AHP-FCE的建模过程

我国各地区专利实力评价的AHP-FCE建模过程包括以下4步:

(1) 建立模糊综合评价指标体系, 由各指标的样本数据建立评价指标相对隶属度的模糊评价矩阵。设有n个评价指标, m个地区, 样本数据集 $\{x(i,j)|i=1\sim n, j=1\sim m\}$ 。为消除各指标的量纲效应, 对样本数据集 $\{x(i,j)\}$ 进行标准化处理, 对越大越优型指标的标准化处理公式可取为

$$r(i,j)=x(i,j)/[x_{\max}(i)+x_{\min}(i)] \quad (1)$$

对越小越优型指标的标准化处理公式可取为

$$r(i,j)=1-x(i,j)/[x_{\max}(i)+x_{\min}(i)] \quad (2)$$

式中: $x_{\min}(i)$ 、 $x_{\max}(i)$ 、 $x_{\text{mid}}(i)$ 分别为方案集中第i个指标的最小值、最大值和中间最适值; $r(i,j)$ 为标准化后的评价指标值, 也就是j地区第i个评价指标从属于优的相对隶属度值, $i=1\sim n, j=1\sim m$ 。以 $r(i,j)$ 组成模糊评价矩阵 $R=(r(i,j))_{n\times m}$ 。

(2) 根据模糊评价矩阵 $R=(r(i,j))_{n\times m}$ 构造用于确定各评价指标权重的判断矩阵 $B=(b_{ij})_{n\times n}$ 。模糊综合评价

的实质是一种优选过程, 从综合评价的角度看, 若评价指标 i_1 的样本系列 $\{r(i_1,j)|j=1\sim m\}$ 的变化程度比评价指标 i_2 的样本系列 $\{r(i_2,j)|j=1\sim m\}$ 的变化程度大, 则评价指标 i_1 传递的综合评价信息比评价指标 i_2 传递的综合评价信息多。基于此, 可用各评价指标的样本标准差 $S(i)=[\sum_{j=1}^m(r(i,j)-\bar{r}_i)^2/m]^{0.5}$ 反映各评价指标对综合评价的影响程度, 并用于构造判断矩阵A。其中 $\bar{r}_i=\sum_{j=1}^m r(i,j)/m$ 为各评价指标下的样本均值, $i=1\sim n$ 。于是, 按照式③可得到1~9级判断尺度的判断矩阵

$$a_{ij}=\begin{cases} (a_m-1) \frac{s(i)-s(j)}{s_{\max}-s_{\min}}+1, & s(i)\geq s(j) \\ 1/[(a_m-1) \frac{s(i)-s(j)}{s_{\max}-s_{\min}}+1], & s(i)<s(j) \end{cases} \quad (3)$$

式中: $s_{\max}$ 、 $s_{\min}$ 分别为 $\{s(i)|i=1\sim n\}$ 的最大值和最小值; 相对重要性程度参数值 $a_m=\min\{9, \text{int}[s_{\max}/s_{\min}+0.5]\}$, $\min$ 和 int 分别为取小函数和取整函数。

由判断矩阵A进行层次排序。层次单排序是指每一个判断矩阵各因素针对其准则的相对权重, 所以本质上是计算权向量。计算权向量有特征根法、和法、根法、幂法等。最常用的特征根法, 即用判断矩阵A的最大特征根对应的归一化特征向量作为权向量w, 则 $Aw=\lambda w, w=(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 。

(3) 一致性检验

计算一致性指标C.I. (consistency index)。

$$C.I.=(\lambda_{\max}-n)/(n-1) \quad (4)$$

查表确定相应的平均随机一致性指标R.I. (random index)。根据判断矩阵不同阶数查下表, 得到平均随机一致性指标R.I.。

计算一致性比例C.R. (consistency ratio) 并进行判断。

$$C.R.=(C.I.)/(R.I.) \quad (5)$$

当 $C.R.<0.1$ 时, 认为判断矩阵的一致性是可以接受的; 当 $C.R.>0.1$ 时, 认为判断矩阵不符合一致性要求,

表2 平均随机一致性指标R.I.表 (1000次正互反矩阵计算结果)

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49
矩阵阶数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R.I.	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59	1.594	1.606	1.613	1.62	1.63
矩阵阶数	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R.I.	1.636	1.64	1.646	1.65	1.656	1.658	1.663	1.667	1.669	1.67

需要对该判断矩阵进行重新修正。

(4) 把各评价指标的权重 w_i 与各专利相应评价指标的相对隶属度值 $r(i,j)$ 相乘并累加,得到模糊评价的综合指标值 $z(j)$ 。

$$z(j)=\sum_{i=1}^n w_i r(i,j) \quad (j=1\sim m) \quad (6)$$

本文选取申请时间为2007年的中国专利文献数据。因为我国发明专利从申请到授权平均要经过3年左右的时间,授权后往往还可以有3年的专利年费减免期,由此可以推定存活在7年以上的发明专利过了年费减免期仍维持专利权的市场价值较高。所以专利维持类指标取7年前的数据。

计算指标 U_{11} 、 U_{12} 、 U_{13} 、 U_{21} 、 U_{22} 、 U_{23} 、 U_{31} 、 U_{32} 、 T_{11} 、 T_{31} 、 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} 、 V_{21} 、 V_{22} 的值,并构建15个指标关于全国31个省、自治区、直辖市的数据集 $\{x(i,j)|i=1\sim 15,j=1\sim 31\}$ 。对指标 V_{22} 的值按照公式②进行处理,其他指标的值按照公式①进行处理,得到15行31列的模糊评价矩阵 $R=(r(i,j))_{15\times 31}$,并计算15个评价指标的样本标准差 $s(i)=\sum_{j=1}^{31} (r(i,j)-\bar{r}_i)^2/31]^{0.5}$ 其中 $i=1\sim 15$ 。根据公式③构造判断矩阵 A ,并通过MATLAB^[11]软件计算判断矩阵 A 的最大特征值 $\lambda_{\max}=15.1976$,对应的归一化特征向量 $w=[0.1130 \ 0.1130 \ 0.0646 \ 0.1008 \ 0.0147 \ 0.0842 \ 0.0482 \ 0.0913 \ 0.0775 \ 0.1013 \ 0.0765 \ 0.0240 \ 0.0144 \ 0.0444 \ 0.0322]^T$,即为15个指标对应的权重。通过公式⑤计算一致性指标 $C.R.=0.0088<0.1$,因此认为判断矩阵 A 的一致性是可以接受的。根据公式⑥计算全国31个地区的综合指标值以及排名情况如表3所示。

从表3可以看出,我国各省市专利综合实力呈等级分布,区域发展不均衡现象较为明显。

广东最早实行改革开放,建立了良好的体制框架和市场经济体系,为其专利能力提升提供了良好的体制和市场环境;而北京作为我国的科技文化中心,高等院校、科研机构、高新技术企业分布广泛,具有吸引人才的经济、政治和政策优势。这两个地区是我国专利发展最强地区。

上海、江苏、浙江、山东、辽宁等省处于我国沿海开放地区,经济发展走在全国前列,高新技术产业比较多,吸引了较多优秀人才来此发展,从而拥有较丰富的科技创新资源,这些地区属于专利发展较强地区。

湖北、陕西、天津、河南、福建、四川、黑龙江、湖南、重庆、安徽、河北、广西、山西、吉林、新疆、贵州、甘肃、云南、内蒙古、江西属于我国内陆地区,与经济和文化实力较强的沿海地区相比有一定的差距,属于专利

表3 全国31个地区的综合指标值以及排名情况

省/自治区/ 直辖市	综合 指标值	排名	省/自治区/ 直辖市	综合 指标值	排名
广东	0.5977	1	安徽	0.1951	17
北京	0.5423	2	河北	0.1872	18
上海	0.4791	3	广西	0.1715	19
江苏	0.4673	4	山西	0.1708	20
浙江	0.4174	5	吉林	0.1678	21
山东	0.4001	6	新疆	0.1438	22
辽宁	0.2741	7	贵州	0.1392	23
湖北	0.2484	8	甘肃	0.138	24
陕西	0.2241	9	云南	0.1343	25
天津	0.2191	10	内蒙古	0.1336	26
河南	0.2164	11	江西	0.1323	27
福建	0.2162	12	海南	0.1085	28
四川	0.2094	13	青海	0.0812	29
黑龙江	0.205	14	宁夏	0.0684	30
湖南	0.1961	15	西藏	0.0439	31
重庆	0.1954	16			

发展较差地区。这些地区普遍存在人才环境不够健全,人才流失明显而引进人才不足的弊端,因此这些区域创新能力尚待提升。

海南、青海、宁夏、西藏四省专利综合指标值最低,是专利发展最差地区。海南省是我国最大的经济特区,虽然具有一定的经济实力,但科技资源贫乏是制约其专利发展的瓶颈。青海、宁夏、西藏三省经济发展比较薄弱,人才匮乏,科技投入和人力资源投入比较少,导致专利发展水平低下。这几个地区应该找到自己技术和资源优势,加大科技投入以及人力资源投入,借鉴其它省的经验,加强自主创新能力和科技竞争力。

4 结语

本文构建了包括专利产出水平、专利技术实力、专利经济价值三个维度的地区专利实力评价指标体系,并根据改进层次分析法的模糊综合评价方法(AHP-FCE),对我国31个省、自治区、直辖市的专利实力进行评价分析。研究发现:(1)用AHP-FCE方法评价地区专利实力是有效的,评价效果比较好;(2)我国各地区

专利发展水平不均衡现象较为明显,同北京、广东等专利最强区相比,内陆及西部地区的专利实力存在很大的差距。专利实力是衡量国家和地区区域创新能力的重要指标,是提升区域技术创新能力和科技竞争力的关键要素。各地区应充分发挥专利在经济发展中的作用,不断提高科技创新能力,促进经济全面快速发展。

参考文献

- [1] 黄庆,曹津燕,瞿卫军,等. 专利评价指标体系(一)——专利评价指标体系的设计和构建[J]. 知识产权,2004,14(5):25-28.
- [2] 叶春明,马明. 专利评价指标体系研究[J]. 法制与经济,2007(3):100,126.
- [3] 魏雪君. 用科学发展观构建新的专利评价指标体系[J]. 科技管理研究,2006(07):171-173.
- [4] 刘玉琴,汪雪峰,雷孝平等. 基于文本挖掘技术的专利质量评价与实证研究[J]. 计算机工程与应用,2007,43(33):12-14.
- [5] 赵亚娟,董瑜,朱相丽,等. 专利分析及其在情报研究中的应用[J]. 图书情报工作,2006,50(5):19-22.
- [6] 仁智军,朱东华,谢菲,等. 专利引用分析方法研究[J]. 商业时代,2007(14):102-104.
- [7] 金菊良,魏一鸣,丁晶,等. 基于改进层次分析法的模糊综合评价模型[J]. 水利学报,2004(3):65-70.
- [8] 叶春明,狄文龙,陆静,等. 基于主成分分析的我国区域专利评价研究[J]. 科技管理研究,2010,30(19):128-132.
- [9] 李钊. 基于层次分析法的企业专利评价体系[J]. 中外企业家,2013(21):1-3.
- [10] 黎薇,金泳峰,陈媛,等. 层次分析法在评价企业专利竞争力中的应用[J]. 科技进步与对策,2007,24(2):103-105.
- [11] 李伟,陈青蓝. 基于知识产权能力的企业专利综合评价指标体系[J]. 科技管理研究,2011,31(12):146-150,154.
- [12] 王婷,徐明,刘峰涛,等. 高校新技术专利评价方法探讨[J]. 科技管理研究,2011,31(07):46-49,30.
- [13] 韩利,梅强,陆玉梅,等. AHP-模糊综合评价方法的分析与研究[J]. 中国安全科学学报,2004,14(7):86-89.

作者简介

齐萍,女,1986年生,硕士,万方数据技术研究院,研究方向:专利分析算法设计、专利数据挖掘,E-mail: qiping@wanfangdata.com.cn。
刘会景,女,1984年生,硕士,万方数据技术研究院,研究方向:专利数据挖掘、信息资源服务。
程延文,男,1977年生,研究方向:信息咨询与服务等。
潘薇,女,1980年生,博士,研究方向:信息技术研究。
凌锋,男,1977年生,硕士,研究方向:信息咨询与服务等。
杨冠灿,男,1981年生,博士,中国科学技术信息研究所助理研究员,研究方向:专利分析、技术竞争情报。

Patent Strength Evaluation of all Regions Based on AHP-FCE

QI Ping¹, LIU HuiJing², CHENG YanWen², PAN Wei², LING Feng², YANG GuanCan¹

(1. Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038, China;

2. Wanfang Data Co., Ltd., Beijing 100038, China)

Abstract: Patent strength is an important factor in regional technological competitiveness. Analysis and evaluation of regional patent strength, helps to find deficiencies of regional patent work. In this paper, a regional patent evaluation index system is builded combining with property features of Chinese patent data, which involving three dimensions of patent output level, patent technology strength and patent economic value. Then a comprehensive evaluation and analysis of regional patent strength is made by using Fuzzy Comprehensive Evaluation method based on Analytic Hierarchy Process.

Keywords: Patent Strength; Index System; Analytic Hierarchy Process; Fuzzy Comprehensive Evaluation

(收稿日期: 2015-06-20; 编辑: 王立学)