

# 基于风险识别的研发与转化功能性平台效率评估

曹玉红<sup>1</sup>, 尤建新<sup>2</sup>, 赵连霞<sup>1</sup>

(1. 上海大学 管理学院, 上海 200444; 2. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

**摘要:** 构建基于 TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal solution) 的最优组合权重赋权模型, 对上海 18 个研发与转化功能性平台 198 项专利产出进行实证分析, 研究创新点表现在两个方面: 通过正负理想点构建优化的组合赋权模型, 避免了现有研究中没有考虑专利是否能够成功转化的弊端; 通过中位数检验验证了平台效率评估模型的合理性, 避免了现有研究忽略对平台专利转化效率测度模型合理性进行验证的缺陷。实证发现, 该研究构建的组合赋权模型专利转化风险鉴别能力 ( $Z=5.546$ ) 较高, 可以较为科学地判定研发与转化功能性平台的实际效率。

**关键词:** 研发与转化功能性平台; 效率评估; 组合赋权; 专利转化风险识别

中图分类号: F222.31

文献标志码: A

## Efficiency Evaluation of R&D and Transformation Functional Platforms Based on TOPSIS Model for Efficient Identification of Patent Transformation Risk

CAO Yuhong<sup>1</sup>, YOU Jianxin<sup>2</sup>, ZHAO Lianxia<sup>1</sup>

(1. School of Management, Shanghai University, Shanghai 200444, China; 2. School of Economics & Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** Based on the idea of TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), this research builds a multi-objective programming model to solve the optimal combination weights. It conducts an empirical analysis on the output of 198 patents on 18 R&D and transformation functional platforms in Shanghai, and finds that, the combination empowering model constructed in this study has a high identification capability of patent transformation risk ( $Z=5.546$ ), which

can determine the actual R&D efficiency of the platform more scientifically. Research innovations are manifested in two aspects: The multi-objective nonlinear programming model is constructed by positive and negative ideal points to carry out combination weighting, which avoids the disadvantages of the existing research, such as a large number of overlapping evaluation scores of patent failure conversion and successful transformation, and low distinguishing ability of the two types of transformation; Through the test of whether the efficiency score of failed transformation is significantly less than the median of the efficiency score of successful conversion, the rationality of efficiency evaluation model is verified, and the defect that existing research neglects to verify the rationality of platform patent conversion efficiency measurement model is avoided.

**Key words:** R&D and transformation functional platform; efficiency evaluation; combination weighting; patent transformation risk identification

研发与转化功能性平台效率评估的核心是衡量平台专利成功转化的效率, 因此评估体系要有识别专利转化风险的能力, 能够将风险转化和无风险转化显著地区分开, 保证模型可以准确地估测出平台专利成功转化的可能性, 帮助平台进行专利创新决策和转化管理。研发与转化功能性平台效率测度体系的建立是一个亟待解决的问题, 但由于平台的专利产出与转化涉及平台所属产业价值链中各环节、各主体, 较为复杂, 导致评价平台的专利转化效率评估较为复杂。

现有的基于专利产出与转化视角的研发与转化功能性平台效率评估研究可分为三类。一类是基于

收稿日期: 2021-04-29

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71871134); 上海市软科学研究计划重点项目(22692111500)

第一作者: 曹玉红(1977—), 女, 管理学博士, 主要研究方向为绩效管理和组织内控。

E-mail: angel.caoniuniu@sina.com

通信作者: 尤建新(1961—), 男, 教授, 博士生导师, 管理学博士, 主要研究方向为管理理论与工业工程, 质量管理。

E-mail: yjx2256@vip.sina.com



论文  
拓展  
介绍

回归模型的平台效率评估。例如Link构建的实验室和研究所的专利产出与转化效率评估模型<sup>[1]</sup>;Jha、Mačiulienė认为平台专利所带来的增值服务也应设置为平台专利产出效率的核心内容,利用Probit回归模型构建效率评估指标体系,对平台的专利产出与转化效率进行了评估<sup>[2-3]</sup>;Gatautis、Rosienkiewicz认为完善的专利转化效率评估机制需要结合平台的研发转化经验、面对的挑战、研发技术水平以及整体的运行环境,通过逻辑回归模型建立平台专利产出与转化效率评估方程<sup>[4-5]</sup>。另一类是基于统计模型的平台效率评估,谢子远用超效率DEA法确定评估指标权重,从创新活力、结构优化、服务功能等维度度量了区域平台的专利产出与转化效率<sup>[6]</sup>;Jordan用焦点小组方法从各类资源开发、创新思想沟通、组织管理流程、目标设立与实现四个方面构建了国家实验室效率评估指标体系,并采用主成分分析法对国家实验室专利产出效率进行了分析<sup>[7]</sup>;李文鹤基于复杂网络理论构建研发与转化功能型平台绩效影响因素的动态仿真模型,揭示政府、委托管理方、中小型企业与平台技术服务人员多利益主体合作互补的基础上的和谐共生关系是保证平台专利产出与转化的基础,也是平台高绩效运作的核心<sup>[8]</sup>。第三类是基于权重分析模型的平台效率评估。例如,朱玉林采用了AHP,根据专家给出的数据完成对研发与转化功能性平台专利产出与转化绩效指标赋权任务,建立了评估模型<sup>[9]</sup>;王宏起在研发与转化功能性平台专利产出与转化特性的基础上,构建出综合评估指标体系,运用FAHP对其效率进行了评估<sup>[10]</sup>;Proskuryakova、Fraccascia认为有效的资源管理机制是研发与转化功能型平台专利产出效率提升的关键,通过对平台资源使用状况、专利申请量等方面指标进行赋权,对平台整体绩效进行评估<sup>[11-12]</sup>。

现有研究存在以下不足:现有的平台效率评估模型均是测评平台整体的专利产出现状,较少考虑专利的转化状况,更没有将风险转化和无风险转化最大程度地划分开。评估中,风险转化和无风险转化的得分产生大量重叠,对专利是否可以成功转化的区分能力低;忽略了对平台专利转化效率评估模型的合理性验证,不能保证风险转化的评分能够显著小于无风险转化的评分。针对上述问题,基于TOPSIS的参考点理论,本文根据成功转化专利平台整体效率得分靠近正理想点、失败转化专利平台整体效率得分无限接近负理想点的思路,构建最优组合权重赋权模型,运用上海的18个研发与转化功能

性平台专利产出与转化有效样本进行实证分析。

## 1 研究设计

### 1.1 理论分析与研究框架

指标权重的科学合理是评价体系科学合理的关键。组合权重可以较为有效的避免主观赋权的较差客观性以及客观赋权法可能带来的与实际重要性程度相悖的现象。本文需要解决的关键问题在于:如何在综合考虑专家主观经验和数据客观规律的基础上设置指标权重;如何进行组合赋权,才能使综合评估最大程度地区分专利转化高效平台与低效平台;如何检验评估模型的合理性,可以保证高效平台得分显著高于低效平台得分。

基于前人的研究以及本研究中问题的特征,本文创新性地提出解决以上问题的思路。关键问题1的解决思路:组合赋权。基于G1法主观赋权,增加基于专利转化能力和信息含量数据的客观赋权,由三种方法融合的赋权既体现了专家主观经验,又反映了客观事实数据。关键问题2的解决思路:TOPSIS方法。TOPSIS法把指标看成坐标上的变量,形成一个几何上的高维空间,在该空间确定一个参考点,包括“正理想点”和“负理想点”<sup>[13]</sup>。根据专利转化高效平台评估结果逼近正理想点、专利转化低效平台评估结果逼近负理想点的思路,建立多目标非线性规划模型,让高效平台的评估得分越高、低效平台的评估得分越低,保证清晰的区分两类平台。关键问题3的解决思路:Median test。Median test核心思想是:如果两个独立样本具有共同的中位数(或者中位数没有显著差异),则各样本组大于或小于该中位数的样本数相近。基于以上思路,本研究框架如图1所示。

### 1.2 指标设置和数据处理

研发与转化功能性平台效率评价指标体系的构建是指遴选出既能反映平台的研发能力,又能体现平台的成果转化能力,体现平台可持续发展的投入、产出、能力、环境的等评价原则的平台效率评估指标。以上海研发与转化功能性平台的研发和转化数据为基础,结合国内外平台效率衡量以及经典学术文献的高频指标<sup>[1-5,9,15]</sup>,通过相关分析剔除反映信息重复的指标,构建了包含平台内部营运能力和整体生态环境的效率评估指标体系。其特色有二:一是在高度相关的两个指标中,选择对平台转化结果解释能力强的指标,既保证指标反映信息不重复,也弥

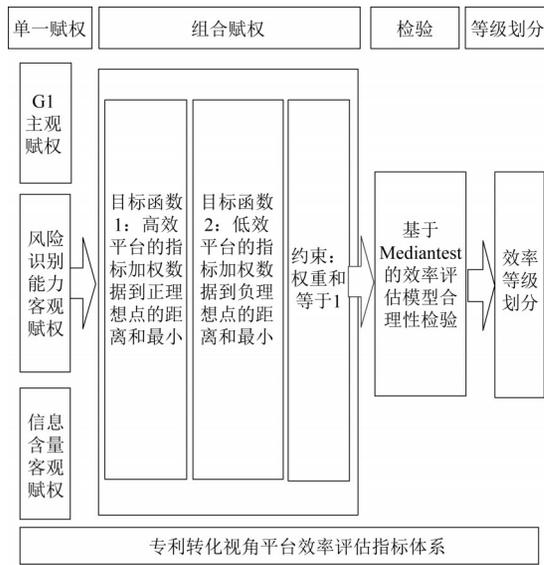


图 1 基于专利转化风险识别的研发与转化功能性平台效率评估原理

Fig.1 Efficiency evaluation principle of R&D and transformation functional platform based on patent transformation risk identification

补了现有研究指标可能被过度删减的不足;二是通过对多元线性回归方程的复测定系数之差进行检验,剔除对平台专利转化状态影响小的、复测定系数之差并不显著的指标,保证指标能显著区分平台的是否成功转化的状态。

不同于一般创新平台,研发与转化功能型平台在强调科技创新的基础上,还担负着推动降低行业创新成本,成功转化科研成果形成较大经济和社会效益的使命。本文首先通过国内外的研发与转化功能型平台相关文献研究以及先期实地调研,对平台的功能定位、主体与流程以及现有研究中平台考核指标进行初步了解和分析。基于资源共享和转化流程,在绩效网络模型和转化效果评估模型基础上构建研发与转化功能型平台的绩效评估框架,该绩效评估框架是一种资源、主体及核心环节的综合评估,在框架构建的基础上提炼出相关绩效评估指标。本文先采用系统文献分析、调查问卷和深度专家访谈的方式,初步构建研发与转化功能性平台专利转化效率指标体系,共包括 28 个相关指标<sup>[14]</sup>。根据初步建立的专利转化效率指标体系,以专利转化风险为核心,同时考虑不同指标的相互影响关系,进一步利用 DEMATEL (Decision-making trial and evaluation laboratory) 理论区别了平台专利转化效率因素中的原因因素和结果因素,最终保留 21 个指标。指标筛

选数据来源于上海 18 个研发与转化功能性平台的专利数据,在样本数据和评估目标确定的前提下,指标体系是唯一的,如表 1 所示。

表 1 基于专利转化风险识别的研发与转化功能性平台效率评估指标体系

Tab.1 Efficiency evaluation index system of R&D and conversion functional platform based on patent conversion risk identification

指标	指标说明	指标类型
研发和技术服务机构数 $X_1$	研发技术机构数量,越多平台资源越丰富、发展越健康	区间
科研人员数量 $X_2$	研发与转化功能型平台核心科研人员数量	正向
研发资金投入总额 $X_3$	政府的资金总投入和平台当年获得的风险投资额之和	正向
技术成果产业化转化总值 $X_4$	技术市场成交合同金额	正向
主导产品的市场占有率 $X_5$	上一年度平台主导产品占有国内市场的比率	正向
新产品产值率 $X_6$	上一年度平台生产的新产品产值占产品总产值的比率	正向
授权发明专利数 $X_7$	上一年度获得的国内外发明专利授权数,包括软件著作权登记数	正向
专利权转移数 $X_8$	指平台通过专利权转移而转让的专利数量	正向
专利申请权转移数 $X_9$	平台通过专利申请权转移而转让的专利数量	正向
专利实施许可数量 $X_{10}$	拥有者允许别人一定的要求之内可以使用的专利数量	正向
专利申请量 $X_{11}$	指专利机构受理平台技术发明申请专利的数量	正向
平台运行年限 $X_{12}$	平台成立时间的长短	定性
平台主体间合作 $X_{13}$	主体间合作效率和融洽程度	定性
平台主体市场意识 $X_{14}$	平台主体对市场需求的了把控,是与产业界的联系纽带	定性
政府支持 $X_{15}$	政府政策和资金支持力度	定性
知识产权制度 $X_{16}$	专利转化相关的法律保障制度体系	定性
融资途径 $X_{17}$	专利转化需要高额的外部投资,包括金融机构、债券融资、股票融资、信用与担保,融资模式不同,其风险和收益也不尽相同	定性
平台自身资金实力 $X_{18}$	平台自身的金融资产	定性
转化后的收益及分配制度 $X_{19}$	专利技术成果转化后的收益	定性
资本市场体系 $X_{20}$	资本市场体系是否完善	定性
信息风险 $X_{21}$	由于信息传递的不充分而造成的风险。由于科技创新市场没有畅通的信息传递机制,也缺乏便捷的信息传递平台,导致信息不对称现象严重,对科技尤其是专利技术的研发和转化形成障碍	定性
是否转化失败 $X_{22}$		
本研究计算的效率得分 $P_1, X_{23}$		

由于指标的多样性和度量单位的非一致性,指标数值对应的标准化方式如下。

定量正向指标标准化。正向指标是指那些数值越大平台专利转化效率越好的指标,如“技术成果产业化转化总值”,其标准化方法如下<sup>[14]</sup>

$$x_{ij} = \frac{R_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} (R_{ij})}{\max_{1 \leq i \leq n} (R_{ij}) - \min_{1 \leq i \leq n} (R_{ij})} \quad (1)$$

其中: $R_{ij}$ 为第*i*个平台第*j*个指标的最新的实际数据; $n$ 为平台数; $x_{ij}$ 为第*i*个平台第*j*个指标标准化之后的得分。

定量区间型指标标准化。区间型指标是指那些数值距离某一特定区间越近表明平台专利转化情况越佳的指标。本研究仅“研发和技术服务机构数 $X_2$ ”为区间型指标,最佳区间为 $[10, 15]$ <sup>[15]</sup>,在该区间内,主体数量处于一个合适水平,便于相互间的合作和资源共享。其标准化方法如下<sup>[14]</sup>

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{P_1 - R_{ij}}{\max(P_1 - \min_{1 \leq i \leq n} (R_{ij}), \max_{1 \leq i \leq n} (R_{ij}) - P_2)} & R_{ij} < P \\ 1 - \frac{R_{ij} - P_2}{\max(P_1 - \min_{1 \leq i \leq n} (R_{ij}), \max_{1 \leq i \leq n} (R_{ij}) - P_2)} & R_{ij} > P \\ 1 & P_1 \leq R_{ij} \leq P \end{cases} \quad (2)$$

式中: $P_1$ 为最佳区间的左端点, $P_2$ 为最佳区间的右端点,其余字母含义同式(1)。式(2)的含义:指标原始数据 $R_{ij}$ 在区间 $[P_1, P_2]$ 内,平台专利产出转化的效率状况最佳,标准化得分为最高分1分。否则,指标原始数据 $R_{ij}$ 距离区间 $[P_1, P_2]$ 越远,平台专利转化的效率状况越差,标准化得分越低。

定性指标标准化。本研究中的定性指标有“平台主体间合作”、“融资途径”等10个指标。通过对国内研发与转化功能型平台的管理人员、上海市科委高新处、上海市知识产权局等多位研发与转化功能型平台及专利实务专家进行访谈调研,结合上海国家知名高校的相关研究领域的专家学者,并且参考国内外研发与转化功能型平台、专利产出及转化相关数据,制定出适合研发与转化功能型平台专利转化效率评级的定性指标打分标准,如表2所示。

### 1.3 模型构建与求解思路

为了使赋权结果满足“高效平台效率评估得分越高、低效平台效率评估得分越低”,最大地拉开高

表2 研发与转化功能型平台效率指标体系定性指标评分标准  
Tab.2 R&D and transformation functional platform efficiency index system qualitative index scoring standards

指标	选项	选项内容	打分
平台运行年限	1	3年以上	1.00
	2	1-3年	0.40
	3	0-1年	0.00
平台主体间合作	1	合作高效	1.00
	2	能相互配合共享,需完善	0.50
	3	合作低效	0.00
平台主体市场意识	1	强	1.00
	2	一般	0.50
	3	弱	0.00
政府支持	1	积极支持,力度大	1.00
	2	支持力度较大	0.70
	3	支持力度欠缺	0.40
	4	政府不关注	0.00
知识产权制度	1	制度完善	1.00
	2	制度较为完善	0.50
	3	制度欠缺	0.00
融资途径	1	多	1.00
	2	一般	0.50
	3	少	0.00
平台自身资金实力	1	强	1.00
	2	一般	0.50
	3	弱	0.00
转化后收益分配制度	1	合理	1.00
	2	较合理	0.50
	3	不合理	0.00
资本市场体系	1	完善	1.00
	2	较为完善	0.50
	3	不完善	0.00
信息风险	1	风险小	1.00
	2	一般,或难以分析大小	0.50
	3	风险大	0.00

效平台与低效平台间的距离,本文对TOPSIS组合赋权模型进行优化:优化原理如图2所示。图2中: $m$ 为指标总个数, $x_{ij}^{(0)}$ 为第*k*个平台第*j*个指标标准化数据, $x_{ij}^{(1)}$ 为第*l*个平台第*j*个指标标准化数据, $w_j$ 为第*j*个指标的组权重; $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 分别为 $G_1$ 、专利转化风险识别能力、信息含量三个单一赋权的权重系数, $D_k^+$ 为第*k*个专利转化成功平台指标加权数据与正理想点距离, $D_l^-$ 为第*l*个专利转化失败平台指标数据与负理想点距离。

## 2 实证分析

### 2.1 样本选择及数据处理

上海现有18个研发与转化功能性平台(见表3),主要聚焦生物医药、新材料、智能制造、创新科技等

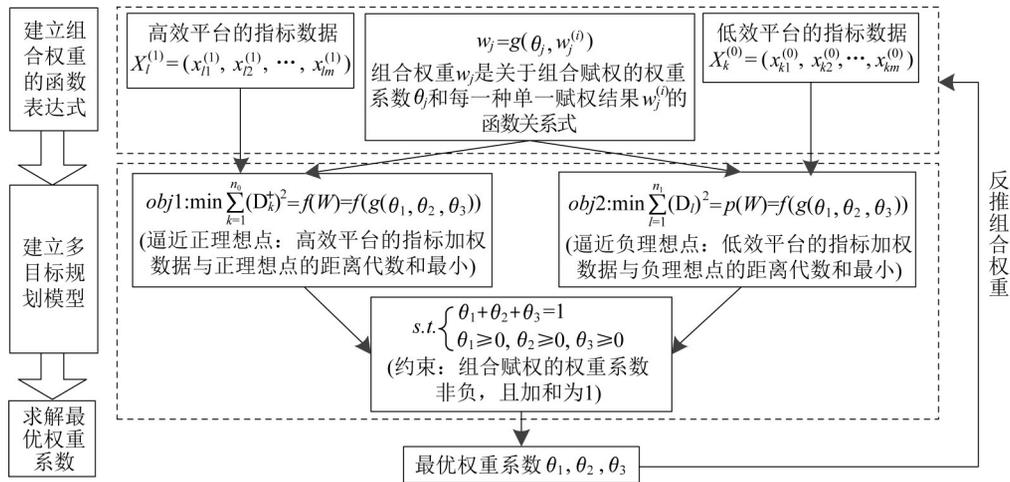


图2 基于专利转化风险识别能力平台效率评估指标赋权原理

Fig.2 The principle of combination weight based on the default identification ability

领域。研究将运用2014年以来5年间18个平台专利产出与转化数据进行实证。本文选择的实证样本的优点:通过平台的专利申请、产出和转化实际状况和真实数据,可以获得完整的专利产出信息和转化风险状态,才能挖掘出真实的转化失败的规律,也才能甄别指标确定合适权重。

表3 上海研发与转化功能型平台

Tab.3 Shanghai R&D and transformation functional platform

类型	平台	功能
公益型平台	类脑芯片与片上智能系统创新平台 上海大数据试验场	科学研究、前沿技术研究
	生物医药产业技术创新功能型平台 上海材料基因组工程研究院 上海微技术工业研究院	核心技术开发、产业发展
	工业控制安全创新服务功能型平台 机器人产业创新功能型平台	
	上海临港智能制造研究院 智能型新能源汽车功能型平台 临床研究功能型平台	
	上海石墨烯产业技术功能型平台 低碳技术创新功能型平台	产业应用技术研发、研发转化及集成应用
	上海北斗导航创新研究院 上海市集成电路产业创新服务功能型平台 工业互联网功能型平台 上海产业技术研究院	
效益型平台	上海科技创新资源数据中心 国家技术转移东部中心	围绕信息、技术、金融、人才等要素开展创新创业服务

指标数据均来自于上海18个平台5年间专利产出与转化的实际记录数据,需对其进行标准化处理。首先,正向指标标准化,直接将其  $\max_{1 \leq i \leq n} (R_{ij})$ 、 $\min_{1 \leq i \leq n} (R_{ij})$ 代入式(1),得到标准化数据  $X_{ij}$ 。然后,区间型指标标准化,“研发和技术服务机构数”的最佳区间为[10,15],将“研发和技术服务机构数”的相关数据代入式(2),得到其标准化得分  $X_{ij}$ 。最后,定性指标标准化,按照表2评估标准进行。所有指标的标准化结果如表4所示。

### 2.2 指标组合赋权

(1)首先,基于G1法平台效率指标主观赋权

G1法赋权是一种逆向递推赋权法,根据专家主观经验判断,首先确定指标的序关系并确定相邻排序指标重要程度之比的赋值,然后计算最末位指标的权重,通过逆向递推再计算其他指标的权重,最终,越重要的指标将被赋予越大的权重。本研究邀请上海研发与转化功能型平台21名专家对指标重要性程度进行排序,包括上海市科委、发展改革委、知识产权局相关负责人各1名和18名研发与转化功能

表4 平台绩效评估指标标准化得分  
Tab.4 Standardized scores of platform performance evaluation indicators

参数	$R_{ij}$																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18
$X_1$	0.31	0.25	0.31	0.42	0.48	0.37	0.42	1	0.25	0.25	0.37	0.37	0.45	1	1	0.48	0.45	0.45
$X_2$	0.42	0.34	0.25	0.56	1	0.64	0.53	1	0.60	0.23	0.34	1	1	0.45	0.37	0	0	0
$X_3$	0.55	0.62	1	0.74	0.65	0.43	0.64	1	0.66	0	0.55	1	0.67	0	0.56	0	0	0.61
$X_4$	0.68	1	1	1	0.59	0.52	0.61	1	0.64	0.54	1	1	1	0.53	0.64	0	0	0.58
$X_5$	0.29	0.30	1	0.28	1	0.32	0	0.31	0.27	0	0.28	0.30	1	0	0.26	0.25	0	0
$X_6$	0	0.22	0.24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0.2	0	0	0
$X_7$	0.43	1	1	0.37	0.32	0.36	0.33	0.35	0.30	0	0.41	0.44	1	0.28	0	0	0	0
$X_8$	1	1	1	0.24	1	0.19	0.19	0.19	0.15	0	0.15	0.19	0.19	0	0.24	0.18	0	0
$X_9$	0.17	0.15	0.19	0.15	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0	0.15	0	0	0
$X_{10}$	0.23	0.23	1	0	0.23	0	0	0	0	0	0	0.23	0.23	0	0	1	0	0
$X_{11}$	0.34	0.37	1	0.29	0.20	0.24	0.21	0.22	0.19	0.21	0.30	0.32	1	0.13	0.10	0.09	0.12	0.23
$X_{12}$	1	1	1	0.40	1	1	0.40	0.40	0.40	1	0.40	1	1	1	0.40	0	0.40	0.40
$X_{13}$	1	1	1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1	1	1	0.50	0	0	0	0.50
$X_{14}$	0.50	1	1	0.50	1	1	0.50	1	0.50	0	0.50	1	1	0.50	0.50	0.50	0.50	0
$X_{15}$	1	0.70	0.70	0.40	1	0.70	0	0.40	0	0.70	0.40	1	1	0.70	0	0.40	0.40	0
$X_{16}$	0.58	0.75	0.54	0.34	0.68	1	0.28	1	0.12	0.48	0.22	0.86	0.84	0.4	0.12	0.60	0.23	0.08
$X_{17}$	0	0.50	1	1	0.50	0	0.50	1	0.50	0	0.50	1	1	0	0.50	0	0	0.50
$X_{18}$	0.50	1	1	1	0.50	0	0.50	1	0.50	0	1	1	1	0	0.50	0	0	0.50
$X_{19}$	1	1	1	0.50	1	0.50	0.50	0.50	0.50	0	0	0.50	0.50	0	0.50	0.50	0	0
$X_{20}$	0.34	0.46	0.28	0.12	1	0.16	0.23	1	0.36	0.28	0.26	0.48	0.40	0.21	0.48	0.22	0.13	0.24
$X_{21}$	0.50	1	1	1	0.50	0	0.50	1	0	0	1	1	1	0	0.50	0.50	1	0.50
$X_{22}$	0.45	0.73	0.75	0.81	0.52	0.38	0.56	0.82	0.65	0.42	0.75	0.78	0.71	0.37	0.55	0.39	0.41	0.63
$X_{23}$	20.14	60.33	69.51	75.46	29.88	18.97	30.45	79.03	58.19	19.98	70.38	74.59	68.92	16.45	56.71	17.09	19.72	60.21

型平台的管理人员为专家,这些专家均具有丰富的平台及专利管理经验。具体赋权流程为:

**步骤1** 确定指标的序关系及重要性之比。基于表5的赋值规则,专家确定 $r_k$ 的值,按照指标重要程度排序,由高到低,如表6所示。

表5 G1主观赋权相邻指标重要程度之比 $r_{(j)}$ 的赋值表  
Tab.5 Assignment table of the ratio of importance of G1 subjectively weighted adjacent indicators

序号	$r_{(j)}$ 取值	指标间重要程度对比
1	1.0	指标 $X_{(j-1)}$ 与 $X_{(j)}$ 相同重要
2	1.2	指标 $X_{(j-1)}$ 比 $X_{(j)}$ 稍微重要
3	1.4	指标 $X_{(j-1)}$ 比 $X_{(j)}$ 明显重要
4	1.6	指标 $X_{(j-1)}$ 比 $X_{(j)}$ 强烈重要
5	1.8	指标 $X_{(j-1)}$ 比 $X_{(j)}$ 极端重要

**步骤2** 计算权重。根据式(3),计算排最后一位指标“ $X_{21}$ 信息风险”的主观权重。

$$w_{(m)}^{(1)} = (1 + \sum_{j=2}^m \prod_{i=j}^m r_{(i)})^{-1} \quad (3)$$

其中: $m$ 为指标总个数, $w_{(j)}^{(1)}$ 为第 $j$ 位的指标权重, $r_{(i)}$ 为专家给出的理性赋值。则

$$w_{(21)}^{(1)} = (1 + \sum_{j=2}^{21} \prod_{i=j}^{21} r_{(i)})^{-1} =$$

$$[1 + (1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1.2 \times \dots \times 1.2 \times 1.8) + (1 \times 1 \times 1 \times 1.2 \times \dots \times 1.2 \times 1.8) + (1 \times 1 \times 1.2 \times \dots \times 1.2 \times 1.8) + \dots (1.2 \times 1.8) + (1.8)]^{-1} = 0.00077$$

运用式(4)逆向递推:

$$w_{(j-1)}^{(1)} = r_{(j)} w_{(j)}^{(1)}, j = m, m-1, \dots, 2 \quad (4)$$

依次得到 $w_{(20)}^{(1)}, w_{(19)}^{(1)}, w_{(18)}^{(1)}, \dots, w_{(1)}^{(1)}$ 的权重,如表6所示。

(2)然后,基于转化风险识别能力的客观赋权

基于转化风险识别能力的客观赋权是通过单因素方差分析中 $F$ 统计量来进行的,以指标 $X_1$ 为例,说明专利转化风险识别能力赋权的过程。

**步骤1** 根据专利转化成功与否,设为2个有序样本序列:专利转化成功平台、专利转化不成功平台,2个有序样本依次分成长度为 $n_i(36_i)$ 的序列:

$$\{x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_{36_1}^{(1)}\}, \{x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, \dots, x_{36_2}^{(2)}\}$$

其中: $x_1^{(1)} = x_1, x_2^{(1)} = x_2, \dots, x_{n_i}^{(k)} = x_{n_i}$ 。

设某一类样本其均值为 $\bar{X}^{(i)}$ ,运用式 $\bar{X}^{(i)} =$

$\frac{1}{n_i} \sum_{l=1}^{n_i} x_l^{(i)}$  记算两类样本均值为  $\bar{X}^{(i)}$ , 分别为: 0.378、0.402。

**步骤2** 计算组内离差平方和、组间离差平方和。

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{l=1}^{n_i} (x_l^{(i)} - \bar{X}^{(i)})^2 = \sum_{i=1}^k [(0 - 0.465)^2 + \dots + (0.4 - 0.465)^2] = 13.0683 \quad (5)$$

$$SSA = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{X}^{(i)} - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^k 36_i (0.464 - 0)^2 = 13.1667 \quad (6)$$

式中:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k x_i$ , SSE 为组内离差平方和, SSA 为组间离差平方和, 令  $MSA = \frac{SSA}{k-1}$ ,  $MSE = \frac{SSE}{n-k}$ , 则 F 统计量为

$$F = \frac{MSA}{MSE} = 13.1667 / 0.38436 = 34 \quad (7)$$

由式(7)知, F 最大值所对应的点即为最优分割点。第 j 个指标的 F 统计量  $F_j$  越大, 表示指标  $X_j$  对专利产出及转化有无风险状态的判别能力越强。

**步骤3** 计算权重。设  $w_j^{(2)}$  为第二种单一赋权方法计算的第 j 个指标权重, 本研究中即为基于平台专利转化风险识别能力的客观赋权, m 为指标个数, 则

$$w_j^{(2)} = \frac{F_j}{\sum_{j=1}^m F_j} \quad (8)$$

表明: 采用统计量  $F_j$  进行赋权, 最终会让转化风险识别能力越强的指标被赋予的权重越大。通过 F 统计量的计算, 得到指标的权重  $w_j^{(2)}$ , 如表6所示。

(3) 基于信息含量的客观赋权

该赋权法依据指标的熵值来反映数据差异, 熵值越大表明指标的数据差异越小, 因此用  $(1 - e_k)$  表示第 k 个指标的差异系数, 差异系数越大, 越应该注意该项指标的作用, 说明对转化风险识别提供的信息含量越大。设  $w_j^{(3)}$  为基于信息含量的客观赋权方法计算的第 j 个指标权重, 是本文的第三种单一赋权方法, 则

$$w_j^{(3)} = (1 - e_j) / (m - \sum_{j=1}^m e_j) \quad (9)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n f_{ji} \ln(f_{ji}) \quad (10)$$

$$f_{ji} = x_{ji} / \sum_{i=1}^n x_{ji} \quad (11)$$

其中: 第 j 个评价指标的熵值为  $e_j$ ;  $f_{ji}$  为第 i 个评价对象中第 j 个指标的特征比重,  $\sum_{i=1}^n x_{ji}$  为第 j 个指标的所有评价对象的数据之和。  $w_j^{(3)}$  为第 j 个指标的熵权。

以指标  $X_1$  为例进行计算。将  $x_{11}$ 、 $x_{1j}$ 、总的专利转化数(共 198 项, 每个平台 11 项)、总指标数(21)代入式(9)~(11), 得

$$w_1^{(3)} = \sqrt{\sum_{i=1}^{198} (x_{i1} - \bar{x}_1)^2 / 198} / \sum_{j=1}^{25} \sqrt{\sum_{i=1}^{198} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 / 198} = 0.0204$$

同理, 可计算其他指标的  $w_j^{(3)}$ 。

(4) 指标的组合赋权

为使专利转化成功平台效率评分越大、专利转化失败平台效率评分越小, 分别构建目标函数 1 和目标函数 2:

$$\text{obj1: } \min \sum_{k=1}^{n_0} (D_k^+)^2 = \sum_{k=1}^{n_0} \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{kj}^{(0)} - \omega_j)^2 \quad (12)$$

其中,  $D_k^+$  为第 k 个平台的指标加权数据与正理想点的距离,  $(D_k^+)^2 = d(Y_k^{(0)}, S^+) = \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{kj}^{(0)} - \omega_j s_j^+)^2$ 。

$d(\cdot, \cdot)$  为两点间距离的运算符;  $Y_k^{(0)}$  为第 k 个平台的指标加权数据点; 正理想点  $S^+$  表示专利转化最高效情况下平台效率指标的加权数据,  $s_j^+$  为第 j 个指标标准化数据的最大值, 根据标准化的定义, 在专利转化最多的状态下  $S_j^+ = 1$ , 因此,  $S^+ = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m\}$ ,

则  $(D_k^+)^2 = \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{kj}^{(0)} - \omega_j)^2$ ;  $\omega_j$  为第 j 个指标的组合权重;  $x_{kj}^{(0)}$  为第 k 个平台第 j 个指标标准化数据。

由式(27)可知,  $D_k^+$  越小, 指标加权后的数据  $\omega_j x_{kj}^{(0)}$  越接近加权后的数据最大值  $\omega_j s_j^+$ , 即  $\omega_1 x_{k1}^{(0)}$  接近  $\omega_1 s_1^+$ 、 $\omega_2 x_{k2}^{(0)}$  接近  $\omega_2 s_2^+$ , 以此类推,  $\omega_m x_{km}^{(0)}$  接近  $\omega_m s_m^+$ 。而 m 个指标加权数据  $\omega_j x_{kj}^{(0)}$  的代数和正是高效平台的评价得分、m 个指标加权数据最大值  $\omega_j s_j^+$  的代数和正是评价得分的最大值。则专利转化成功平台赋权后评估得分越接近效率评估最大值, 即: 当高效平台的指标加权数据与正理想点的距离  $D_k^+$  越小时, 高效平台的效率得分越高, 越接近于最大值。

$$\text{obj2: } \min \sum_{l=1}^{n_1} (D_l^-)^2 = \sum_{l=1}^{n_1} \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{lj}^{(1)} - 0)^2 \quad (13)$$

其中,  $D_l^-$  为第 l 个专利转化失败平台的指标数据与负

表6 单一赋权及组合赋权的权重  
Tab.6 weight of single weighting and combination weighting

序号	指标	$r_k$	主观权重 $\omega_j^{(1)}$	F值	基于专利转化风险 判别能力权重 $\omega_j^{(2)}$	信息含量计算 的权重 $\omega_j^{(3)}$	组合 权重 $w_j$
1	研发和技术服务机构数 $X_1$	1.2	0.062 3	7.167 3	0.020 3	0.042 5	0.035 2
2	科研人员数量 $X_2$	1.2	0.070 5	8.140 6	0.006 2	0.051 4	0.033 6
3	研发资金投入总额 $X_3$	1.2	0.033 2	6.007 8	0.042 3	0.013 5	0.029 0
4	技术成果产业转化总值 $X_4$	1.2	0.021 1	15.453 1	0.072 1	0.063 2	0.068 4
5	主导产品的市场占有率 $X_5$	1.2	0.013 4	14.223 5	0.057 8	0.045 6	0.052 0
6	新产品产值率 $X_6$	1.2	0.080 2	10.233 5	0.057 2	0.066 2	0.066 1
7	授权发明专利数 $X_7$	1	0.060 1	10.032 2	0.056 5	0.047 3	0.054 8
8	专利权转移数 $X_8$	1	0.076 3	14.136 3	0.053 2	0.062 6	0.062 1
9	专利申请权转移数 $X_9$	1	0.042 6	7.251 4	0.054 5	0.019 4	0.038 4
10	专利实施许可数量 $X_{10}$	1	0.070 5	11.356 1	0.042 2	0.055 4	0.052 8
11	专利申请量 $X_{11}$	—	0.034 3	6.122 6	0.058 1	0.032 6	0.046 5
12	平台运行年限 $X_{12}$	1.4	0.014 7	7.213 3	0.037 3	0.010 9	0.024 2
13	平台主体间合作 $X_{13}$	1.4	0.036 1	6.231 9	0.032 8	0.062 3	0.050 1
14	平台主体市场意识 $X_{14}$	1.4	0.005 1	5.132 4	0.052 3	0.050 8	0.051 7
15	政府支持 $X_{15}$	1.2	0.002 2	6.221 9	0.011 4	0.022 4	0.017 2
16	知识产权制度 $X_{16}$	1.6	0.065 4	8.215 5	0.045 2	0.043 7	0.047 9
17	融资途径 $X_{17}$	1.4	0.013 4	6.136 6	0.028 0	0.037 5	0.033 6
18	平台自身资金实力 $X_{18}$	1.8	0.027 3	9.020 6	0.044 2	0.038 7	0.042 7
19	转化后的收益及分配制度 $X_{19}$	1.4	0.049 4	11.216 7	0.041 2	0.058 6	0.052 9
20	资本市场体系 $X_{20}$	1.6	0.052 7	5.791 8	0.033 7	0.025 4	0.032 2
21	信息风险 $X_{21}$	1.8	0.033 6	7.346 1	0.050 8	0.025 1	0.039 1
	是否转化失败 $X_{22}$		0.081 3		0.044 5	0.069 6	0.061 9
	本研究计算的平台专利产出效率得分 $P_i X_{23}$		0.054 3		0.058 2	0.055 3	0.059 5

理想点的距离,  $(D_l^-)^2 = d(Y_l^1, S^-) = \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{lj}^{(1)} - \omega_j s_j^-)^2$ ,  $d(\cdot, \cdot)$ 为运算符号,  $Y_l^1$ 为第  $l$  个平台标准化数据点, 负理想点  $S^-$  表示专利转化最低效情况下平台效率指标的加权数据, 同理, 根据标准化的定义, 在专利转化最少时  $S_j^- = 0$ , 因此,  $S^- = \{0, 0, \dots, 0\}$ , 则  $(D_l^-)^2 = \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{lj}^{(1)} - 0)^2$ ;  $\omega_j$  为第  $j$  个指标的组合同权重;  $x_{lj}^{(1)}$  为第  $l$  个平台第  $j$  个指标标准化数据。同样, 可得:  $D_l^-$  越小, 专利转化失败平台的效率越低。将函数式(12)、(13)按照 0.5:0.5 的权重进行线性加权<sup>[16]</sup>, 得到单目标函数式(14)。式(14)的约束条件式为(15)和式(16):

$$\text{obj min} \left[ 0.5 \times \sum_{k=1}^{n_0} (D_k^+)^2 + 0.5 \times \sum_{l=1}^{n_1} (D_l^-)^2 \right] = 0.5 \times \sum_{k=1}^{n_0} \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{kj}^{(0)} - \omega_j)^2 + 0.5 \times$$

$$\sum_{l=1}^{n_1} \sum_{j=1}^m (\omega_j x_{lj}^{(1)} - 0)^2 \quad (14)$$

$$\text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 = 1 \\ \theta_1 \geq 0, \theta_2 \geq 0, \theta_3 \geq 0 \end{array} \right\} \quad (15)$$

$$\begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \dots \\ \omega_m \end{pmatrix} = \theta_1 \times \begin{pmatrix} \omega_1^{(1)} \\ \omega_2^{(1)} \\ \dots \\ \omega_m^{(1)} \end{pmatrix} + \theta_2 \times \begin{pmatrix} \omega_1^{(2)} \\ \omega_2^{(2)} \\ \dots \\ \omega_m^{(2)} \end{pmatrix} + \theta_3 \times \begin{pmatrix} \omega_1^{(3)} \\ \omega_2^{(3)} \\ \dots \\ \omega_m^{(3)} \end{pmatrix} \quad (16)$$

式中:  $\omega_j$  为第  $j$  个指标的组合同权重;  $\theta_1, \omega_j^{(1)}$  分别为  $G_1$  赋权的权重系数及计算的权重;  $\theta_2, \omega_j^{(2)}$  为专利转化风险识别能力赋权的权重系数及计算的权重;  $\theta_3, \omega_j^{(3)}$  为信息含量赋权的权重系数及计算的权重。先求解式(14)~式(16), 然后求解权重系数  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ 。

将表6中指标的  $\omega_j^{(1)}, \omega_j^{(2)}, \omega_j^{(3)}$  代入式(16)的第一行, 得到指标的组合同权重表达式

$$\begin{aligned} \omega_1 &= 0.062 3 \theta_1 + 0.020 3 \theta_2 + 0.042 5 \theta_3 \\ \omega_2 &= 0.070 5 \theta_1 + 0.006 2 \theta_2 + 0.051 4 \theta_3 \\ &\dots \end{aligned} \quad (17)$$

$$w_{21} = 0.0336\theta_1 + 0.0508\theta_2 + 0.0251\theta_3$$

由此得到21个指标的组合权重表达式(17)。

式(14)中转化成功专利数 $n_0=172$ ,未成功转化专利数 $n_1=26$ ,指标个数 $m=21$ , $w_j$ 代入的是式(17), $x_{ki}^{(0)}$ 、 $x_{li}^{(1)}$ 代入的是表4中数据。代入后,式(14)、式(15)及式(17)构成了权重系数 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 求解模型,求解后 $\theta_1=0.0546$ 、 $\theta_2=0.4758$ 、 $\theta_3=0.5217$ 。

将系数 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 代入式(17)中,得到指标 $X_1$ 的组合权重

$$w_1 = 0.0623 \times 0.0546 + 0.0203 \times 0.4758 + 0.0425 \times 0.5217 = 0.0352$$

同理,计算其余指标的组合权重,结果列入表6最后一行。

通过表6指标权重,将21个指标分为三类,第I类的指标最重要,其次是第II类、第III类的指标。第I类指标包括“ $X_4$ 技术成果产业转化总值、 $X_6$ 新产品产值率、 $X_8$ 专利权转移数、 $X_7$ 授权发明专利数、 $X_{19}$ 转化后的收益及分配制度、 $X_{10}$ 专利实施许可数量”,这些指标反映平台专利整体产出状况,它是创新平台发展的最基本前提和保障,一旦专利申请、获得和转移达不到一定的量和质的要求,创新平台就会面临运营风险,因此是评估平台效率的最基本、最重要的指标,对平台效率产生关键影响。第II类指标包括“ $X_5$ 主导产品的市场占有率、 $X_{14}$ 平台主体市场意识、 $X_{13}$ 平台主体间合作、 $X_{16}$ 知识产权制度、 $X_{11}$ 专利申请量、 $X_{18}$ 平台自身资金实力、 $X_{21}$ 信息风险、 $X_9$ 专利申请权转移数”。专利技术市场份额状况,反映平台专利

的运用效率,是对专利质量的重要衡量,平台主体间合作和主体对市场需求的了解和把控,这些均是专利的有效性角度来评估创新平台的运营效率。第III类指标包括“ $X_1$ 研发和技术服务机构数、 $X_2$ 科研人员数量、 $X_{17}$ 融资途径、 $X_{20}$ 资本市场体系、 $X_3$ 研发资金投入总额、 $X_{12}$ 平台运行年限(年)、 $X_{15}$ 政府支持”,反映的是平台内外环境对专利技术研发和转化形成的影响,是从生态环境完善角度来评估创新平台的产出效率。

### 2.3 平台效率得分的计算及等级的划分

将表6中的指标组合权重 $w_j$ 代入式(18),得

$$P_i = \sum_{j=1}^m w_j \times x_{ij} \times 100 \quad (18)$$

其中, $P_i$ 为第*i*个平台的专利转化效率评分, $w_j$ 为第*j*个指标的组合权重, $x_{ij}$ 为第*i*个平台第*j*个指标的标准化数据。得到平台效率评估方程为<sup>[17]</sup>

$$P_i = 100 \times (0.0352x_{i1} + 0.0336x_{i2} + \dots + 0.0391x_{i21}) \quad (19)$$

式(19)即为最终建立的研发与转化功能型平台专利产出效率评估方程。

将表1中的标准化数据 $X_{ij}$ 代入式(19),得到

$$P_i = 100 \times (0.0352 \times 0.31 + 0.0336 \times 0.42 + \dots + 0.0391 \times 0.5)$$

根据计算结果,对平台专利产出效率得分 $PF_i$ 由高到低进行排列,将平台划分成A、B、C三个等级。平台效率得分计算及等级划分结果如表7所示。

表7 专利产出效率等级划分结果及各等级的年专利转化失败率

Tab.7 Classification results of patent output efficiency and annual patent conversion failure rate of each level

序号	信用等级	得分区间	平台	转化失败率/%
1	A	$75.23 \leq P \leq 100$	$P_1, P_2, P_3, P_5$	9.16
2	B	$42.16 \leq P \leq 75.23$	$P_4, P_6, P_7, P_8, P_{12}, P_{13}, P_{15}, P_{16}$	18.33
3	C	$0 \leq P \leq 42.16$	$P_9, P_{10}, P_{11}, P_{14}, P_{17}, P_{18}$	27.54

### 2.4 组合赋权的转化风险识别能力对比分析

为了解本研究赋权效果的优越性,将其与两种

常用赋权模型计算结果对比<sup>[18]</sup>,如表8所示。

表8 组合赋权的转化风险识别对比分析

Tab.8 comparative analysis of transformation risk identification based on combination weighting

序号	组合赋权方法	赋权系数	统计量Z
1	本研究	0.0638; 0.6143; 0.3091	5.216
2	方差最大赋权法	0.3942; 0.2904; 0.3127	4.357
3	偏差最小赋权法	0.2561; 0; 0.5513	5.073

对比结果表明,仅组合赋权方法不同,计算出的权重系数 $\theta$ 完全不同,导致评估模型的平台专利转化风险识别能力差别巨大。本研究计算出的权重系数

$\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 是唯一的,也是目前最优的系数结构。

基于以上研究发现:组合赋权方法不同,其权重系数也将不同,能够显著区分低效与高效平台的最

优系数结构是唯一的。本研究建立的组合赋权模型,其专利转化风险识别能力( $Z=5.216$ )大于现有常用组合赋权模型,是较为优化的赋权模型;由聚类分析结果可知,第Ⅰ类指标对研发与转化功能性平台专利产出效率的影响整体较为重要。“技术成果产业化转化总值”的权重最大,为0.0684,是第一重要的基于专利产出转化的平台效率评级指标。如果专利在进行转化的过程中能够降低成本、提高收益,那么平台的重要主体企业就会踊跃地引进这项专利技术并进行转化实施;第Ⅱ类指标中,主导产品的市场占有率、平台主体市场意识都占有较高的权重,近几年平台专利申请量有大幅度的提升,但量的提升并不等同专利质的提升,产品的市场占有率是专利成果市场价值的重要体现,专利研发转化时,应该先审视该成果的市场需求,要有详细的市场调查,市场要专利,专利也需要市场,只有当专利和市场结合起来,专利才有价值。产品产值率和市场占有率低意味着市场价值低,其转化风险也会很高,最终导致转化失败的概率也会增加;第Ⅲ类指标反应的是平台运营的内外环境,其中研发力量和资金支持权重较大,研发能力强、有充裕的资金来源对专利技术研发和转化会产生强烈的促进。政府的支持也是平台生态环境完善重要的一个环节,为了促进专利的研发和转化,各国制定了大量的政策和法规,一项政策或法规的出台,总会引起利弊的两个方面,因此,在制订政策法规时应尽量避免不利方面,尽可能考虑法规的可操作性和政策的引导性、科学性、合理性。政策法规要加强专利人员信息获取能力、解决专利申请量增质降问题、加强技术中介服务机构建设、加强科技计划及融资体系的引导作用。

### 3 结束语

本文目标是改进研发与转化功能性平台效率评估方法。考虑到专利转化成功率是衡量研发与转化功能性平台效率的关键,建立组合赋权模型,在专利是否能成功转化鉴别能力上要高于现有研究的传统组合赋权模型,能够显著地将低效平台与高效平台区分开,避免了现有研究对两类平台区分能力低的弊端。同时,通过中位数检验验证了该评估模型的合理性,避免了现有研究忽略模型合理性验证的弊端。

本文创新与贡献如下:一是从理论角度来说,研究在考虑专家主观经验和数据客观规律的基础上进行了创新性指标组合赋权,赋权结果保证了模型能

够将案例中专利转化高效平台与专利转化低效平台最大程度的进行区分,在满足了“专利转化高效平台的评价得分越高、专利转化低效平台的评价得分越低”要求的目标下得到最优的组合赋权的权重系数,改变了现有研究中高效与低效平台的评价得分存在大量重叠、对两类平台的区分能力低的弊端。二是从实践角度来说,专利转化效率的有效评估是平台整体绩效评价结果的保障,研发与转化功能型平台的功能除了体现在平台对不同主体间资源的统筹协调和高效利用,更多的是根据产业发展需求进行共性技术研发,补齐科技成果转化短板。成果高效转化是其主要任务,通过对转化风险的识别,了解其本质原因,可以找出平台后续运营的关键环节,使得平台在相应的创新链、产业链及服务链上发挥更高的影响力。

#### 作者贡献声明:

尤建新:负责论文的整体思路与实证研究方法的指导,以及论文的审核。

曹玉红:负责实证设计与实施,数据处理,论文的撰写与修改。

赵连霞:参与实证设计和实施,参与数据处理。

#### 参考文献:

- [1] LINK A N, SIEGEL D, FLEET D D V. Public science and public innovation: assessing the relationship between patenting at U. S. National Laboratories and the Bayh-Dole Act [J]. *Research Policy*, 2011, 40(8):1094.
- [2] JHA A K, BOSE I, NGAI E W T. Platform based innovation: the case of Bosch India [J]. *International Journal of Production Economics*, 2016, 171(2):250.
- [3] MACIULIENE M, SKARZAUSKIENE A. Evaluation of of co-creation perspective in networked collaboration platforms [J]. *Journal of Business Research*, 2016, 69(11):4826.
- [4] GATAUTIS R. The rise of the platforms: business model innovation perspectives [J]. *Inzinerine Ekonomika- engineering Economics*, 2017, 28(5):585.
- [5] ROSIENKIEWICZ M, HELMAN J, CHOLEWA M, SYNERG Y. Project: open innovation platform for advanced manufacturing in central europe [J]. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, 835.
- [6] 谢子远. 高技术产业区域集聚能提高研发效率吗?[J]. *科学学研究*, 2015, 33(2):215.  
XIE Ziyuan. Can regional agglomeration of high-tech industry improve R&D efficiency [J]. *Science of Science*, 2015, 33(2):215.
- [7] JORDAN G B, STREITL D, BINKLEY J. Assessing and improving the effectiveness of national research laboratories [J].

- IEEE Transactions on Engineering Management, 2003, 50 (2): 228.
- [8] 李文鹁,张洋,王涵,等.动态激励下科技资源平台与小微企业创新行为演化博弈分析[J].工业工程与管理,2020,25(2):92.  
LI Wenjian, ZHANG Yang, WANG Han, *et al.* Evolutionary game analysis of technological resource platform and innovation behavior of small and micro enterprises under dynamic incentive [J]. Industrial Engineering and Management, 2020, 25(2): 92.
- [9] 朱玉林.基于生态学视角的产业集群成长健康度评价研究[C]//人文科技发展与管理创新.长沙:湖南省管理科学学会,2009:179-185.  
ZHU Yulin. Evaluation of the health of industrial cluster growth based on ecological perspective [C]//Development of Humanities and technology and management innovation. Changsha: Proceedings of Hunan Provincial Annual Conference on Management Science, 2009: 179-185.
- [10] 王宏起,程淑娥,李玥.大数据环境下区域科技资源共享平台云服务模式研究[J].情报理论与实践,2017,40(3):42.  
WANG Hongqi, CHENG Shue, LI Yue. Research on cloud service mode of regional science and technology resource sharing platform under big data environment [J]. Intelligence Theory and Practice, 2017, 40 (3): 42.
- [11] PROSKURYAKOVA L, MEISSNER D, RUDNIK P. The use of technology platforms as a policy tool to address research challenges and technology transfer [J]. Journal of Technology Transfer, 2017, 42(1): 206.
- [12] FRACCASCIA L, YAZAN D M. The role of online information-sharing platforms on the performance of industrial symbiosis networks [J]. Resources Conservation and Recycling, 2018, 136(1): 473.
- [13] SAEEDPOOR M, VAFADARNIKJOO A. A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection [J]. Applied Soft Computing, 2015, 26(1): 545.
- [14] 迟国泰,王卫.基于科学发展的综合评价理论,方法与应用[M].北京:科学出版社,2009.  
CHI Guotai, WANG Wei. Comprehensive evaluation theory, method and application based on the scientific development [M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [15] 王瑞敏,滕青,卢斐斐.影响高校专利转化的因素分析和对策研究[J].科研管理,2013,34(3): 137.  
WANG Ruimin, TENG Qing, LU Feifei. Analysis of factors influencing patent transformation in universities and countermeasures [J]. Scientific Research Management, 2013, 34 (3): 137.
- [16] 方国华,黄显峰.多目标决策理论方法及其应用[M].北京:科学出版社,2011.  
FANG Guohua, HUANG Xianfeng. Multi-objective decision theory and its application [M]. Beijing: Science Press, 2011.
- [17] 李柏洲,徐广玉,苏屹.基于组合赋权模型的区域知识获取能力测度研究[J].中国软科学,2013,21(12):24.  
LI Baizhou, XU Guangyu, SU Yi. A study on the measurement of regional knowledge acquisition capability based on the combination weight model [J]. China Soft Science, 2013, 21 (12): 24.
- [18] 孙莹,鲍新中.一种基于方差最大化的组合赋权评价方法及其应用[J].中国管理科学,2011,19:141.  
SUN Ying, BAO Xinzong. A combination weighting evaluation method based on variance maximization and its application [J]. China Management Science, 2011, 19: 141.