

基于熵权-TOPSIS模型的包装上市企业技术创新能力综合评价

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2022.03.010

刘中艳^{1,2} 谭文秀^{1,2}

1. 湖南工业大学

商学院

湖南 株洲 412007

2. 湖南工业大学

湖南省包装经济研究基地

湖南 株洲 412007

摘要: 以我国包装上市企业为研究样本, 构建包含技术创新投入、技术创新产出、技术创新环境支撑能力3个层次的评价指标体系, 采用聚类分析将企业分为技术创新能力较强、一般和较弱3类, 运用熵权-TOPSIS和障碍度模型对包装上市企业的技术创新能力进行综合评价。研究表明, 我国包装上市企业技术创新能力整体较弱, 技术创新产出方面对其影响最大, 主要障碍因素集中于专利申请数、专利质量等, 体现为科技成果转化能力弱。最后分别从合理利用创新投入资源、完善创新人才建设制度、加强科技创新转化能力和提高创新环境支撑能力等方面, 提出提高我国包装上市企业技术创新能力的对策。

关键词: 熵权-TOPSIS模型; 包装上市企业; 技术创新能力; 障碍度

中图分类号: F124.3

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2022)03-0069-09

引文格式: 刘中艳, 谭文秀. 基于熵权-TOPSIS模型的包装上市企业技术创新能力综合评价[J]. 包装学报, 2022, 14(3): 69-77.

1 研究背景

对包装上市企业技术创新能力进行综合评价, 有利于掌握包装行业整体技术创新能力和创新效率, 促进包装上市企业持续健康发展。目前有关包装企业技术创新的研究主要集中在发展趋势分析和对策研究上。范定祥等^[1]认为要把绿色包装材料、智能包装装备等作为创新的重点。陈希荣^[2]认为我国纸包装发展要重视智能包装与智慧包装。黎向东^[3]认为要将包装印刷产业与互联网融合发展。钟云飞等^[4]建议从科技创新的资质、专利、奖励等方面提升湖

南省印刷包装企业的技术创新能力。刘中艳等^[5]探讨了提升包装上市企业创新绩效的多条驱动路径。目前对包装上市企业技术创新能力进行综合评价的研究成果较少, 学术界在企业技术创新能力方面的研究主要聚焦在评价指标体系和评价方法上。

在技术创新能力评价指标体系的研究上, M. Dziallas等^[6]分析汇总了用于评价企业创新能力的82项指标, 并对多标准评价模型进行完善。夏文飞等^[7]将企业技术创新能力评价指标体系分为创新吸收和扩散能力、创新资源投入、创新支持能力以及创新资源产出能力等4个层次。肖淑芳等^[8]聚焦于

收稿日期: 2021-09-23

基金项目: 湖南省包装经济研究基地项目(2021BZJG07); 湖南省哲学社会科学基金资助项目(18JD25); 湖南省社会科学成果评审委员会项目(XSP21YBC111); 湖南省研究生科研创新基金资助项目(CX20211089); 湖南省教育厅科学研究基金资助重点项目(19A142)

作者简介: 刘中艳(1972-), 女, 湖南株洲人, 湖南工业大学教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事包装经济与管理研究, E-mail: 490870578@qq.com

创新过程,从技术创新的实施、产出以及资源这三个方面进行评价。倪洁等^[9]通过对比研究,从创新环境、创新投入、经营绩效、创新产出等4个维度建立评价体系。王胜兰等^[10]从创新主体、创新支撑两个维度构建评价指标体系,并对指标的重要度进行分类。在技术创新能力评价方法的研究上,C. Feniser等^[11]基于发明问题解决理论(theory of the solving inventive problems, TRIZ)视角,制定了技术创新评价流程图。B. M. S. Castela等^[12]结合了认知映射和层次分析法进行评价。国内一些学者则采用基于误差反向传播算法的多准则妥协解排序(back propagation-vikor, BP-VIKOR)方法^[13]、优劣解距离法(technique for order preference by similarity to an ideal solution, TOPSIS)^[14-15]、主成分分析法^[16]、区间灰色语言变量^[17]等方法对企业的技术创新能力进行评价。

总体来看,国内外学者在企业技术创新能力评价上已经取得了丰富的研究成果。创新投入、创新产出是评价指标体系中具有代表性的两大维度。评价方法既包含主观评价法,也包括客观评价法。但是评价方法中运用熵权-TOPSIS模型进行综合评价的研究尚少,且未涉及到包装企业的技术创新能力综合评价。因此,本文在研究相关文献的基础上,通过建立包装上市企业技术创新能力的评价指标体系,对30家包装上市企业进行综合评价,发现制约企业技术创新能力发展的因素,探索提升包装上市企业技术创新能力的有效措施。

2 包装上市企业技术创新能力评价指标体系

2.1 评价指标体系构建

包装上市企业技术创新能力评价指标,是对包装行业各上市企业竞争力强弱衡量的工具^[18]。从目前的研究成果看,包装上市企业并没有一套完整而成熟的评价指标体系;而对于技术创新能力评价体系,在构成因素和应用上具有一定的普适性和概括性。包装行业是我国工业发展的重要组成部分,其中部分包装上市企业也是高新技术企业,因此在主要借鉴学者夏文飞^[7]、倪洁^[9]、王胜兰等^[10]对工业上市公司、高新技术企业等技术创新能力评价指标体系研究成果的基础上,建立了包装上市企业技术创新能力评价指标体系。指标体系包括3个一级指标和14个二级指标。包装上市企业技术创新投入能力是包装上市企业进行创新的基础,也是决定包装行业发展速度和市场竞争力的重要因素;技术创新产出能力直接反映了包装上市企业的创新培育力与创新效果;技术创新环境支撑能力为包装上市企业技术创新提供了良好的发展环境和支撑资源。具体见表1。

2.2 研究对象及数据来源

本研究选取上市时间达到3a,且2021年仍在沪、深证券交易所注册的包装上市企业为研究对象。为了衡量包装上市企业整体的技术创新能力水平,从营业收入10亿元以下、10~20亿元、20亿元以上的3个水平中随机挑选了共30家包装上市企业,收集2018—

表1 包装上市企业技术创新能力评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of technological innovation capability of listed packaging companies

一级指标	指标编号	二级指标	指标说明
技术创新投入能力	X1	研发人员投入比重	研发人员数/企业总人数
	X2	员工素质水平	本科以上学历人数/企业总人数
	X3	研发费用投入强度	研发费用/营业收入
	X4	研发费用增长率	当期研发费用增量/上期研发费用
	X5	研发费用占净资产比重	研发费用/所有者权益
	X6	新设备购置比重	购置新设备费用/营业收入
技术创新产出能力	X7	专利申请数	当期申请专利数
	X8	专利授权数	当期授权专利数
	X9	专利质量	当期有效发明专利数/有效专利总数
	X10	净利润增长率	当期净利润增量/上期净利润
	X11	无形资产比重	无形资产总额/总资产
	X12	主营业务收入增长率	当期主营业务收入增量/上期主营业务收入
技术创新环境支撑能力	X13	政府创新支持度	计入当期损益的政府补贴
	X14	资产负债率	负债/资产

2020年的相关数据。研究中所使用的企业人员数据、财务数据源于上市公司年报, 报告期内公司所获发明专利授予数量, 源于上市公司年报和国家知识产权局。

3 包装上市企业技术创新能力评价方法

3.1 熵权法

熵权法降低了指标赋权的主观干扰, 客观表现了包装上市企业技术创新能力各项指标的权重。首先根据包装上市企业技术创新能力中各指标的变异程度, 利用信息熵计算出各指标的熵权。再通过熵权对各指标的权重进行修正, 得到较为客观的指标权重, 进而可以看出不同指标对包装上市企业技术创新能力的贡献度^[19-20]。

1) 用极差法按式(1)对各项指标进行标准化处理,

$$Y_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}, & X_{ij} \text{ 为正向指标;} \\ \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}}, & X_{ij} \text{ 为负向指标。} \end{cases} \quad (1)$$

式中: X_{ij} 为第 i 个企业第 j 个指标的实际值;

$\max X_{ij}$ 、 $\min X_{ij}$ 分别为 X_{ij} 的最大值与最小值;

Y_{ij} 为第 i 个企业第 j 个指标标准化后的值。

2) 按式(2)计算各项指标的信息熵,

$$E_j = -\ln \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}} \cdot \ln \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}} \right), \quad (2)$$

式中 n 为所研究的包装上市企业数。

3) 按式(3)计算各项指标的权重

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^m (1 - E_j)}, \quad (3)$$

式中 m 为评价体系的二级指标数。

3.2 TOPSIS 法

TOPSIS 法是一种逼近于理想解的排序法, 又称优劣解距离法。该方法的基本原理是通过计算出各包装上市企业技术创新能力与正、负理想解的相对贴近度进行排序^[21]。相对贴近度值越大, 该包装上市企业的技术创新能力越强, 相对贴近度值大小顺序即是包装上市企业技术创新能力优劣的排序。具体步骤如下:

1) 按式(4)构建加权规范化矩阵,

$$R = (w_j Y_{ij})_{n \times m}。 \quad (4)$$

2) 按式(5)和式(6)确定正、负理想解,

$$R_j^+ = \max \{r_{ij} | i=1, 2, \dots, n\}, \quad (5)$$

$$R_j^- = \min \{r_{ij} | i=1, 2, \dots, n\}。 \quad (6)$$

式中: r_{ij} 为为第 i 个企业第 j 个指标加权后的标准化值;

R_j^+ 、 R_j^- 分别为正、负理想解, 是第 j 个指标在各评价对象中的最大、最小值。

3) 按式(7)和式(8)分别计算各企业与 R_j^+ 、 R_j^- 的欧氏距离,

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - R_j^+)^2}, \quad (7)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - R_j^-)^2}。 \quad (8)$$

4) 按式(9)算出各包装上市企业技术创新能力与正、负理想解的相对贴近度,

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}。 \quad (9)$$

3.3 障碍度模型

运用障碍度模型, 采用因子贡献度、指标偏离度和障碍度 3 个指标对阻碍包装上市企业技术创新能力发展的障碍因素进行分析。

1) 因子贡献度。因子贡献度 (w_j) 是单个因素对总目标的贡献程度, 即单个因素的权重大小。

2) 指标偏离度。指标偏离度 (I_{ij}) 是单因素指标与系统发展目标的差距, 即单项指标标准化值与 100% 目标的差:

$$I_{ij} = 1 - Y_{ij}。$$

3) 障碍度。障碍度 (O_j) 是单项指标对包装上市企业技术创新能力的影响程度, 障碍度越大, 则该指标制约包装上市企业技术创新能力进一步发展的程度越高。

$$O_j = \frac{I_{ij} \times w_j}{\sum_{j=1}^m (I_{ij} \times w_j)}。 \quad (10)$$

4 包装上市企业技术创新能力综合评价

4.1 熵权-TOPSIS模型评价结果

为动态评价 30 家包装上市企业技术创新能力,

利用2018—2020年相关数据,运用熵权法得出各年份的指标权重,再通过算术平均数方法,计算整理得出包装上市企业技术创新能力评价指标权重均值,结果如表2所示。

表2 包装上市企业技术创新能力评价指标权重

Table 2 Evaluation index weights of technological innovation capabilities of listed packaging companies

指标	2018年	2019年	2020年	均值
研发人员投入比重(X1)	0.053	0.034	0.037	0.041
员工素质水平(X2)	0.052	0.049	0.071	0.057
研发费用投入强度(X3)	0.043	0.035	0.043	0.040
研发费用增长率(X4)	0.040	0.076	0.037	0.051
研发费用占净资产比重(X5)	0.036	0.031	0.043	0.036
新设备购置比重(X6)	0.087	0.147	0.098	0.111
专利申请数(X7)	0.136	0.140	0.164	0.147
专利授权数(X8)	0.124	0.112	0.121	0.119
专利质量(X9)	0.135	0.115	0.110	0.120
净利润增长率(X10)	0.017	0.012	0.013	0.014
无形资产比重(X11)	0.035	0.059	0.075	0.056
主营业务收入增长率(X12)	0.092	0.055	0.072	0.073
政府创新支持度(X13)	0.107	0.095	0.082	0.095
资产负债率(X14)	0.044	0.040	0.034	0.040

从表2可以看出,技术创新投入能力指标占33.6%,其中新设备购置比重(X6)占11.1%、员工素质水平(X2)占5.7%、研发费用增长率(X4)占5.1%。这3个指标排名靠前,说明技术创新能力投入中先进设备购置、人力资源、研发经费影响较大。提高创新水平要购置先进设备、引进人才、增加经

费投入进行研发和生产。技术创新产出能力指标占52.9%,说明技术创新能力的高低受产出指标影响大。其中专利申请数(X7)占14.7%、专利质量(X9)占12%、专利授权数(X8)占11.9%排在前三位,说明知识产权对于技术创新产出能力有很重要的影响。技术创新环境支撑能力指标占13.5%,其中政府创新支持度(X13)占比9.5%,说明外部环境的支撑对企业技术创新能力有一定促进作用。

采用TOPSIS法对加权规范化矩阵进行计算,得出包装上市企业技术创新能力相对贴近度,各年度分排名和综合排名,结果如表3所示。

从表3可以看出,包装上市企业技术创新能力排名第一的是裕同科技,排名第二的是永创智能,相对贴近度均值在0.4以上。华源控股、美盈森、吉宏股份、奥瑞金、双星新材相对贴近度均值在0.3~0.4之间。其余23家公司相对贴近度均值在0.3以下。裕同科技是国内领先的高端品牌包装整体解决方案提供商,其相对贴近度均值为0.5050,处于中等水平。得分最低的是昇兴股份,其相对贴近度均值为0.1389,与第一名差距较大,说明包装上市企业技术创新能力整体较低,且存在不均衡性。

4.2 聚类分析

利用SPSS软件对包装上市企业技术创新能力进行k-Means聚类分析,将30家企业划分成综合技术创新能力较强、一般以及较弱3类,结果如表4所示。

表3 包装上市企业技术创新能力相对贴近度及排名

Table 3 Relative proximity and ranking of technological innovation capability evaluation of listed packaging companies

公司简称	2018年		2019年		2020年		相对贴近度均值	综合排名
	相对贴近度	排名	相对贴近度	排名	相对贴近度	排名		
裕同科技	0.5419	1	0.4433	1	0.5296	1	0.5050	1
永创智能	0.2987	9	0.4010	3	0.5244	2	0.4080	2
华源控股	0.4354	2	0.3615	4	0.3302	6	0.3757	3
美盈森	0.3349	5	0.3585	5	0.4325	3	0.3753	4
吉宏股份	0.3677	3	0.3391	7	0.3846	5	0.3638	5
奥瑞金	0.3251	6	0.4315	2	0.3287	7	0.3617	6
双星新材	0.2980	10	0.2256	14	0.3897	4	0.3044	7
京华激光	0.3589	4	0.2719	9	0.2427	15	0.2912	8
东风股份	0.2852	11	0.3412	6	0.2356	16	0.2873	9
劲嘉股份	0.2812	12	0.2815	8	0.2500	12	0.2709	10
集友股份	0.3063	7	0.2041	19	0.3019	8	0.2708	11
合兴包装	0.3049	8	0.2086	17	0.2438	14	0.2524	12
东港股份	0.2734	13	0.2286	13	0.2531	11	0.2517	13
陕西金叶	0.2189	19	0.1905	20	0.2822	9	0.2305	14
海顺新材	0.2683	16	0.2642	10	0.1533	27	0.2286	15
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
昇兴股份	0.1279	30	0.1097	30	0.1792	21	0.1389	30

表4 包装上市企业技术创新能力聚类结果

Table 4 Clustering results of technological innovation capability of listed packaging companies

分类	数量	聚类成员
技术创新能力较强	2	裕同科技、华源控股
技术创新能力一般	5	永创智能、美盈森、吉宏股份、奥瑞金、双星新材
技术创新能力较弱	23	京华激光、东风股份、劲嘉股份、集友股份、合兴包装、东港股份、陕西金叶、海顺新材、盛通股份、永新股份、新通联、英联股份、宝钢包装、环球印务、王子新材、紫江企业、浙江众成、万顺新材、新宏泽、鸿博股份、顺灏股份、翔港科技、昇兴股份

根据表3和表4的结果,本研究将30家企业分为3类:

第一类为技术创新能力较强的企业,包括裕同科技和华源控股2家,占比为6.67%。其中裕同科技的技术创新能力排名3年都稳居第一,说明其技术创新能力较强,技术创新能力水平发展较为均衡。裕同科技设立了裕同研究院,相比其他企业研发实力更强。该类企业非常重视技术创新,技术创新能力平均得分为0.4403。

第二类为技术创新能力一般的企业,包括永创

智能、美盈森、吉宏股份、奥瑞金、双星新材5家,占比为16.67%。该类企业的科技成果转化能力较强,技术创新能力平均得分为0.3627。

第三类为技术创新能力较弱的企业,包括京华激光等23家,占比为76.66%,排名均在第七名之后。该类企业技术创新能力得分在0.1~0.3之间;且该类企业在三年中的每年技术创新能力排名也基本位于较后,企业的技术创新投入较少,知识产权产出数量较低。所以这类企业的技术创新能力整体较差,技术创新能力平均得分为0.2135。

通过进一步分析,可将第三类企业划分为成3种情形,第一种是技术创新能力逐年升高的企业,包括新通联、环球印务等;第二种是技术创新能力逐年降低的企业,包括京华激光、浙江众成等;第三种企业技术创新能力发展呈波动性趋势,这些企业的发展不均衡,能力不稳定,部分指标得分较高,而其余指标得分相对较低,从而影响了综合得分。

4.3 障碍度因素分析

在上述分析的基础上,运用障碍度模型分析影响包装上市企业综合技术创新能力的主要障碍因素。由于指标层的指标过多,仅单列出对技术创新能力影响排名前五位障碍因素进行分析。结果见表5~7。

表5 技术创新能力较强类企业主要障碍因素及其障碍度

Table 5 Main obstacle factors and obstacle degree of enterprises with strong technological innovation capability

企业简称	因素1	障碍度	因素2	障碍度	因素3	障碍度	因素4	障碍度	因素5	障碍度
裕同科技	X9	0.1937	X12	0.1174	X6	0.1078	X2	0.0968	X11	0.0806
华源控股	X9	0.1773	X6	0.1464	X13	0.1341	X12	0.0884	X7	0.0856

表6 技术创新能力一般类企业主要障碍因素及其障碍度

Table 6 Main obstacle factors and obstacle degree of enterprises with average technological innovation capability

企业简称	因素1	障碍度	因素2	障碍度	因素3	障碍度	因素4	障碍度	因素5	障碍度
永创智能	X9	0.1707	X6	0.1442	X13	0.1335	X12	0.0950	X11	0.0744
美盈森	X9	0.1802	X6	0.1409	X7	0.1233	X13	0.1086	X12	0.0967
吉宏股份	X7	0.2165	X8	0.1744	X6	0.1389	X13	0.1062	X11	0.0652
奥瑞金	X7	0.1953	X9	0.1214	X8	0.1170	X12	0.0853	X6	0.0774
双星新材	X7	0.1368	X6	0.1365	X8	0.1160	X9	0.1093	X13	0.0884

第一种类型的是技术创新能力较强的企业,由表5可知,这一类企业排前五位障碍因素中,专利申请数(X7)、专利质量(X9)、无形资产比重(X11)、主营业务收入增长率(X12)均属于技术创新产出能力,技术创新产出能力的累计障碍度为0.7431,对这一类型企业技术创新能力影响较大的是技术创新产出能力。对于裕同科技而言,其专利产出数量高于其

他企业,但多为实用新型和外观专利,发明专利占专利总数的比重较低,其专利质量(X9)低于30家企业的平均水平,成为制约该企业能力发展的第一障碍因素。同时这一类型企业的技术创新能力投入的累计障碍度为0.3510,但也存在一定投入不足,主要体现在员工素质水平(X2)、新设备购置比重(X6)。

第二种类型是技术创新能力一般的企业,由表6

可知,对永创智能、美盈森而言,专利质量(X9)成为制约技术创新能力发展的第一障碍因素。专利申请数(X7)是制约吉宏股份、奥瑞金、双星新材技术创新能力发展的第一障碍因素,近3年专利申请数很少。对这类型企业技术创新能力影响最大的是技术创新产出能力,累计障碍度为2.0773。其中新设备购置比重(X6)、专利申请数(X7)、专利质量(X9)是制约该类企业技术创新能力发展的主要障碍因素。这类企业在研发投入上较多,但是技术成果转化方面产出不足,一定程度上制约了企业技术创新能力水平,需要加强市场应用推广和技术转化,提高创新产出商业化水平。

第三种类型是技术创新能力较弱的企业,由表7可知,对这一类企业技术创新能力影响最大的是技术创新产出能力,累计障碍度为9.8170。专利申请数(X7)、专利授权数(X8)、专利质量(X9)是制约该类企业技术创新能力发展的最主要障碍因素,这类企业大多数没有核心发明专利。同时在新设备购置比重(X6)、政府创新支持度(X13)上也存在明显不足。对于这一类企业中技术创新能力逐年下降的企业来说,专利申请数(X7)是制约其进一步发展的主要因素。总体看来,技术创新能力较弱的企业存在产出严重不足的问题,需要积极采取措施,全面提高技术创新能力产出水平。

表7 技术创新能力较弱类企业主要障碍因素及其障碍度

Table 7 Main obstacle factors and obstacle degree of enterprises with weak technological innovation capability

企业简称	因素1	障碍度	因素2	障碍度	因素3	障碍度	因素4	障碍度	因素5	障碍度
京华激光	X7	0.2057	X8	0.1646	X13	0.1261	X6	0.1047	X12	0.0935
东风股份	X6	0.1502	X7	0.1415	X9	0.1258	X13	0.1037	X8	0.1002
劲嘉股份	X7	0.1749	X8	0.1249	X9	0.1165	X6	0.1003	X13	0.0951
集友股份	X7	0.1898	X9	0.1462	X8	0.1438	X13	0.1033	X6	0.0985
合兴包装	X7	0.1636	X9	0.1559	X8	0.1266	X6	0.1231	X13	0.0662
东港股份	X7	0.1994	X8	0.1525	X6	0.1315	X13	0.1134	X9	0.1078
陕西金叶	X7	0.1712	X9	0.1498	X8	0.1370	X13	0.1120	X6	0.0971
海顺新材	X7	0.1849	X8	0.1539	X9	0.1393	X13	0.1211	X6	0.0986
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴

通过数据分析,对包装上市企业技术创新能力影响最大的是技术创新产出能力,累计障碍度为12.7715。专利质量、专利申请数、新设备购置比重是制约包装上市企业技术创新能力发展的最主要障碍因素。

5 结论与建议

5.1 结论

本文通过对包装上市企业技术创新能力进行综合评价,可得如下结论:

1) 包装上市企业技术创新能力整体较低,对包装上市企业技术创新能力影响最大的是技术创新产出能力。

2) 专利质量、新设备购置比重、主营业务收入增长率等因素对技术创新能力较强企业的发展制约最大;同时这类企业在技术创新能力投入方面也存在一定不足,主要体现在员工素质水平上。

3) 阻碍技术创新能力一般企业发展的主要因素包括专利申请数、新设备购置比重、专利质量等。

4) 专利申请数、专利授权数、专利质量等因素是制约技术创新能力较弱企业进一步发展的主要因素,同时这类企业也很难获得政府扶持资金。

5.2 建议

针对包装上市企业技术创新能力整体产出水平较低的情况,提出以下建议:

1) 合理利用创新投入资源

首先要合理调整创新投入资源中各类要素的比例,优化技术创新投入结构,实现创新投入资源利用效率最大化。一是加大对具有自主知识产权等高附加值产品的创新投入;二是更新现有研发设备,加强内部创新基础设施建设,创造良好的研发条件,引进行业先进生产设备,淘汰耗能大、不环保的旧设备;三是进一步提高资源的回收利用率,实行精细化的绿色生产。

2) 完善创新人才建设制度

包装企业应该完善创新人才建设制度,提高员工整体素质,优化研发人员比例,建立自主创新研发中心。引进专业的技术人员,研发部门内部定期开展研

讨会, 提供技术专业知识和技能培训以及外派学习交流的机会。逐步提高研发人员的综合素质, 进而提高企业整体技术创新效率^[22]。尤其是行业内的高新技术企业, 更加要重视技术人才的引进和研发资金的投入。

3) 加强科技创新转化能力

包装上市企业整体技术创新能力产出水平不足, 必须提高科技创新成果转化能力。企业需建立科技成果转化奖励制度, 加强对创新活动的支持力度, 提高全员技术创新积极性。发明专利的未来价值大、科技含量高, 因此企业要积极和当地高校、研究院所等相关主体搭建产学研合作平台, 加强产学研合作力度, 承担地方科研项目。进一步提高企业核心发明专利的产出水平, 增加专利的申请数和质量。包装上市企业研发设计要与市场需求紧密结合, 研发各类健康、环保和智能型包装技术。关注行业技术发展趋势, 比如黏合剂、密封胶和纳米油墨等是包装中的重要材料, 从技术上努力实现这些材料的绿色环保、高性能, 既可以创新出更多专利成果, 也可以促进绿色包装的发展。提高智能化、信息化和生物工程等技术水平, 例如智能包装解决方案、数字印刷技术、纳米技术等方面, 可以引进和借鉴国内外先进技术, 提高包装企业的创新吸收和扩散能力, 加快科技创新成果的转换和应用推广, 提高创新产出的商业化水平。

4) 提高创新环境支撑能力

政府对创新支持度也是推动包装上市企业技术创新能力发展的重要因素, 因此企业要提高技术创新环境支撑能力, 积极争取政府的科研补贴和项目支持。一方面, 政府应高度重视技术创新, 完善科技创新制度, 提高对包装企业技术创新的资金支持力度, 尤其是对技术创新能力较弱的包装上市企业和中小型包装企业的科技扶持和引导。另一方面, 建立有效的技术创新人才引进激励机制。政府应该为包装企业技术创新营造良好的创新氛围并提供政策支持, 激发包装企业科技创新的积极性。

参考文献:

- [1] 范定祥, 侯玉苓, 范晓阳. 绿色技术创新促进包装全产业链发展研究[J]. 包装学报, 2020, 12(5): 75-81.
FAN Dingxiang, HOU Yuling, FAN Xiaoyang. On the Development of Whole Packaging Industry Chain Promoted by Green Technology Innovation[J]. Packaging Journal, 2020, 12(5): 75-81.
- [2] 陈希荣. 我国纸包装技术发展趋势与创新[J]. 上海包装, 2017(6): 20-23.
CHENG Xirong. China's Paper Packaging Technology Development Trend and Innovation[J]. Shanghai Packaging, 2017(6): 20-23.
- [3] 黎向东. 技术创新促进包装印刷企业发展[J]. 广东印刷, 2020(2): 41-45.
LI Xiangdong. Technological Innovation Promotes the Development of Packaging and Printing Enterprises[J]. Guangdong Printing, 2020(2): 41-45.
- [4] 钟云飞, 付芦静. 湖南省印刷包装企业科技创新能力现状分析[J]. 包装学报, 2020, 12(2): 39-46.
ZHONG Yunfei, FU Lujing. Analysis on Current Technological Innovation Capacity of Printing and Packaging Enterprises in Hunan Province[J]. Packaging Journal, 2020, 12(2): 39-46.
- [5] 刘中艳, 曹鹏鹏. 技术研发、公司治理权力与上市包装企业创新绩效提升: 基于TOE框架的模糊集定性比较分析[J]. 包装学报, 2020, 12(4): 75-83.
LIU Zhongyan, CAO Pengpeng. R & D Capability, Corporate Governance and Innovation Performance Improvement of Listed Packaging Companies: Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis Based on TOE Framework[J]. Packaging Journal, 2020, 12(4): 75-83.
- [6] DZIALLAS M, BLIND K. Innovation Indicators Throughout the Innovation Process: An Extensive Literature Analysis[J]. Technovation, 2019, 80/81: 3-29.
- [7] 夏文飞, 苏屹, 支鹏飞. 基于组合赋权法的高新技术企业创新能力评价研究[J]. 东南学术, 2020(3): 153-161.
XIA Wenfei, SU Yi, ZHI Pengfei. A Research on Evaluation of Innovation Capability of High-Tech Enterprises Based on Combinatorial Weighting Method[J]. Southeast Academic Research, 2020(3): 153-161.
- [8] 肖淑芳, 石琦, 张一鸣. 上市公司创新能力指数的构建[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2020, 22(1): 57-69.
XIAO Shufang, SHI Qi, ZHANG Yiming. The Construction of Listed Companies' Innovation Capability Index[J]. Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition), 2020, 22(1): 57-69.
- [9] 倪洁, 赵醒村. 科创板首批上市企业创新能力评价研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(17): 13-18.
NI Jie, ZHAO Xingcun. A Research on the Evaluation of Technological Innovation Ability of the First Listed Enterprises of the Science and Technology Innovation Board[J]. Science and Technology Management

- Research, 2020, 40(17): 13-18.
- [10] 王胜兰, 魏 凤, 牟乾辉. 企业技术创新能力评价新方法的研究 [J]. 运筹与管理, 2021, 30(6): 198-204.
WANG Shenglan, WEI Feng, MOU Qianhui. Research on New Evaluation Method of Enterprise's Technology Innovation Ability[J]. Operations Research and Management Science, 2021, 30(6): 198-204.
- [11] FENISER C, BURZ G, MOCAN M, et al. The Evaluation and Application of the TRIZ Method for Increasing Eco-Innovative Levels in SMEs[J]. Sustainability, 2017, 9(7): 1125.
- [12] CASTELA B M S, FERREIRA F A F, FERREIRA J J M, et al. Assessing the Innovation Capability of Small-and Medium-Sized Enterprises Using a Non-Parametric and Integrative Approach[J]. Management Decision, 2018, 56(6): 1365-1383.
- [13] 叶 玲, 叶 贵, 付 媛. 基于 BP-VIKOR 的建筑企业技术创新评价模型 [J]. 建筑经济, 2018, 39(9): 116-120.
YE Ling, YE Gui, FU Yuan. Research on the Evaluation Model of Technical Innovation of Construction Enterprises Based on BP-VIKOR[J]. Construction Economy, 2018, 39(9): 116-120.
- [14] 符峰华, 尹正江, 唐纯武. 基于 CL-TOPSIS 法的我国高技术企业技术创新能力评价研究 [J]. 科学管理研究, 2018, 36(3): 68-71.
FU Fenghua, YIN Zhengjiang, TANG Chunwu. Research on the Evaluation of Innovation Capability of High-Tech Enterprise in China Based on CL-TOPSIS[J]. Scientific Management Research, 2018, 36(3): 68-71.
- [15] 冯银虎, 王世铎, 纪祥勋. 基于熵权-TOPSIS 模型的煤炭上市企业技术创新能力评价研究 [J]. 中国矿业, 2020, 29(11): 43-49.
FENG Yinhu, WANG Shiduo, JI Xiangxun. Research on Evaluation of Technical Innovation Ability of Coal Listed Enterprises Based on the Entropy Weight-TOPSIS Model[J]. China Mining Magazine, 2020, 29(11): 43-49.
- [16] 卓志昊. 基于主成分分析法 (PCA) 的广西各地市高新技术企业创新能力评价 [J]. 企业科技与发展, 2021(1): 1-4, 7.
ZHUO Zhihao. Evaluation of the Innovation Ability of High-Tech Enterprises in Guangxi Based on Principal Component Analysis (PCA)[J]. Sci-Tech & Development of Enterprise, 2021(1): 1-4, 7.
- [17] 周 欢, 郭 珂, 邹 筱. 区间灰色语言变量在包装企业创新能力评价中的应用研究 [J]. 包装学报, 2020, 12(4): 65-74.
ZHOU Huan, GUO Ke, ZOU Xiao. Research on Interval Grey Linguistic Variable and Its Application in Evaluation of Innovation Ability of Packaging Enterprises[J]. Packaging Journal, 2020, 12(4): 65-74.
- [18] 谢婧青, 朱平芳. 中国工业上市公司创新能力评价研究 [J]. 社会科学, 2020(2): 40-51.
XIE Ruoqing, ZHU Pingfang. Research on the Evaluation of Chinese Industrial Listed Companies' Innovation Ability Based on a Subjective and Objective Comprehensive Weighting Method[J]. Journal of Social Sciences, 2020(2): 40-51.
- [19] 伍文生, 范 敏. 基于熵权 TOPSIS 法的安徽省各地市区域创新能力评价及空间分布研究 [J]. 长春理工大学学报 (社会科学版), 2019, 32(2): 82-87.
WU Wensheng, FAN Min. The Evaluation and Spatial Distribution Study of Regional Innovation Ability in Anhui Province Based on Entropy Weight TOPSIS Method[J]. Journal of Changchun University of Science and Technology (Social Sciences Edition), 2019, 32(2): 82-87.
- [20] 高焯婷. 青海省高新技术企业技术创新能力评价体系研究 [J]. 中国经贸导刊 (中), 2020(6): 59-61.
GAO Huangting. Research on the Evaluation System of Technological Innovation Capability of High-Tech Enterprises in Qinghai Province[J]. China Economic & Trade Herald, 2020(6): 59-61.
- [21] 徐建中, 孙 颖, 孙晓光. 基于熵权 TOPSIS-PSO-ELM 的制造企业绿色创新能力评价模型及实证研究 [J]. 运筹与管理, 2020, 29(1): 131-140.
XU Jianzhong, SUN Ying, SUN Xiaoguang. Study of the Environmental Innovation Capability Evaluation Model of Manufacturing Enterprises Based on Entropy Weighted TOPSIS-PSO-ELM and Empirical Research[J]. Operations Research and Management Science, 2020, 29(1): 131-140.
- [22] 刘中艳, 曹鹏鹏, 丁皎若. 高技术服务业 CEO 异质性特征与企业创新绩效关系研究 [J]. 湖南工业大学学报 (社会科学版), 2020, 25(3): 56-65.
LIU Zhongyan, CAO Pengpeng, DING Jiaoruo. On the Relationship Between CEO Heterogeneity and Innovation Performance of High-Tech Service Industry[J]. Journal of Hunan University of Technology (Social Science Edition), 2020, 25(3): 56-65.

(责任编辑: 邓光辉)

Comprehensive Evaluation of Technological Innovation Capability of Listed Packaging Companies Based on Entropy Weight-TOPSIS Model

LIU Zhongyan^{1,2}, TAN Wenxiu^{1,2}

(1. College of Business, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;

2. Hunan Packaging Economy Base, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Taking Chinese listed packaging companies as a research sample, a three-level evaluation index system is constructed including technological innovation input, technological innovation output, and technological innovation environmental support capabilities. Cluster analysis is used to classify companies into three categories: strong technological innovation capabilities, average technological innovation capabilities, and weak technological innovation capabilities. Entropy weight-TOPSIS and obstacle degree model are used to comprehensively evaluate the technological innovation capability of listed packaging companies. The research results show that the overall technological innovation capabilities of listed packaging companies in China are relatively low, and technological innovation output has the greatest impact on them. The main obstacles are concentrated in the number of patent applications and patent quality, which is reflected in the low ability to transform scientific and technological achievements. Finally, from the aspects of rational use of innovation input resources, perfecting the system for building innovative talents, strengthening the ability to transform scientific and technological innovation, and improving the ability to support the innovation environment, the countermeasures to improve the technological innovation capabilities of Chinese listed packaging companies are put forward.

Keywords: entropy weight-TOPSIS model; listed packaging company; technological innovation capability; obstacle degree

.....
(上接第6页)

Determination of Seven Fatty Acids in Pharmaceutical Rubber Products by GC-FID Method

XIA Shuangshuang¹, CHEN Lan¹, ZHENG Ye², WANG Rongjia², CAI Rong²

(1. College of Materials and Chemistry, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;

2. Analysis Department II, Shanghai Food and Drug Packaging Material Control Center, Shanghai 201203, China)

Abstract: Gas chromatography-flame ionization detector (GC-FID) was used for simultaneous determination of seven fatty acids in pharmaceutical rubber products. The butyl rubber stoppers were cut into small pieces, by using the buffer solution of pH 2.5, buffer solution of pH 12.0 and ethanol solution of volume fraction of 50% as extraction solution respectively, they were put in 60 °C oven for 2.5 h. The extraction solution was treated with boron trifluoride methanol solution as methyl esterification reagent, sealed reaction for 1 h at 60 °C, then taking methyl heptadecate as internal standard for quantitative analysis, it was analyzed by GC-FID method. The results showed that there was a good linear relationship between peak area of methyl esterification and mass concentration of seven fatty acids in the mass concentration range of 5.0 to 100.0 µg/mL with correlation coefficient greater than 0.999, and the detection of limit was 1.0 µg/mL. The mean recoveries of seven fatty acids from spiked butyl rubber stoppers at low, medium and high concentration levels were ranged from 97.0% to 100.6% with relative standard deviation of 0.02%~2.1%. This GC-FID method is simple, sensitive and accurate, which can provide technical support for the detection and analysis of fatty acid in pharmaceutical rubber products.

Keywords: gas chromatography-flame ionization detector; pharmaceutical rubber product; fatty acid