

技术经济转化能力与企业技术变迁式转型效率

——以煤化工企业为例

陆秋琴,袁梦,黄光球

(西安建筑科技大学管理学院,西安710055)

摘要:技术经济转化能力与转型效率是企业技术变迁式转型过程中的关键问题。分析技术变迁与企业技术变迁式转型过程,由此构建技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的评价指标体系与评价方法,以煤化工企业为研究对象,采用耦合协调模型和PVAR模型实证分析二者的耦合协调性与动态关系。结果显示:煤化工企业技术经济转化能力不佳,技术变迁式转型效率情况良好但不够稳定,且二者的发展始终处于失调状态;技术经济转化能力对技术变迁式转型效率在初期有较强的负向影响作用,而长期来看则呈现出不太显著、滞后但持续的正向影响作用;后者对前者呈现显著及时且持续的正向影响。

关键词:技术变迁;技术经济转化能力;转型效率;耦合协调性;动态关系

中图分类号:F272.3;F270.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)12—0016—11

党的十九大报告指出,我国经济正处于由高速增长阶段向高质量发展阶段转变的攻关期。随着经济高质量发展进程的推进,企业为了获得新的市场竞争力并实现持续的经济利益,纷纷开始进行转型升级。科技创新是经济增长的发动机,推动着社会的高质量发展,同时也支撑和引领着我国企业的高质量发展^[1]。在这样的时代背景下,技术变迁已然成为处于价值链中低端的中国工业企业进行转型的主要路径。

已有大量文献从理论或实证层面论证了技术变迁是企业转型的主要路径^[2-5]。目前,有学者对不同领域企业的技术变迁式转型的转型能力进行评估^[6-8],也有学者对转型绩效进行了相关研究^[9-10],但均忽略了企业对转型投入要素的利用情况。一些学者从产业结构层面对产业转型效率进行研究^[11-13],或是基于技术投入与产出角度对企业创新效率进行探索^[14-15],但始终缺乏针对企业层面的转型效率研究。关于创新效率的相关研究,许多学者将创新过程划分为技术研发和经济转化两个阶段并运用两阶段DEA分析技术研发效率和经济转化效率问题^[14-16],此外,还有学者基于系统动力学模型对企业转型的技术变迁路径进行仿真模拟,从而发现了能够提高技术经济转化的有效方式^[17],但相关研究均没有对如何科学评价技术经济转化能力做进一步的研究。

技术的经济转化能力与转型效率均是企业技术变迁式转型过程中的重要内容:企业转型的最终目的是获得持续的经济效益,而提升技术经济转化能力是增强企业技术变迁式转型经济效果的主要方式;无论是从外部引进技术还是自主创新,都需要很大的人力、物力和财力方面的支持。因此,优越的转型效率,即能够尽可能最大化利用转型投入要素可以使企业的转型效果事半功倍。若将企业技术变迁式转型看作一个复合系统,那么在该系统中,技术经济转化能力是一个状态变量,而转型效率则是一个过程变量,二者相互影响、相互制约,只有齐头并进地协调发展才能促进企业转型系统整体的稳定优化发展,进而实现企业高质量发展。那么,企业的技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的发展现状如何?二者的发展是否匹配和协调?又存在什么亟待解决的关键瓶颈问题?这些问题研究具有一定的理论价值和实践意义,有必要进一步研究与探讨。

基于此,本文研究内容如下:①分析技术变迁的链式过程与企业技术变迁式转型过程,为后续合理构建评价指标体系提供参考;②构建技术经济转化能力与企业技术变迁式转型效率的评价指标体系和评价方法,以期科学评估技术经济转化能力发展现状并揭示企业在转型过程中对投入要素的利用情况;③基于系统协

收稿日期:2020—04—14

基金项目:陕西省社会科学基金“陕西重污染企业高端化转型升级实现对策研究”(2018S49);陕西省社科界2019年度重大理论与现实问题研究项目“陕西省重污染产业高质量发展与环境耦合协同实现路径研究”(2019TJ046)

作者简介:陆秋琴(1966—),女,广西武鸣人,博士,西安建筑科技大学管理学院教授,硕士研究生导师,研究方向:技术创新、企业转型;袁梦(1993—),女,陕西铜川人,西安建筑科技大学管理学院硕士研究生,研究方向:企业技术变迁与转型;黄光球(1964—),男,湖南桃源人,博士,西安建筑科技大学管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:企业创新发展。

调视角构建技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的耦合协调模型并借助于PVAR(面板向量自回归)模型深入分析二者的协调发展情况与内在动态关系;④以煤化工企业为研究对象进行实证分析,验证上述评价方法与模型的可靠性与适用性,同时揭示我国煤化工企业技术变迁式转型的现状,并从长期与动态角度为企业与相关部门提供经验与理论指导。

一、技术变迁链式过程与企业技术变迁式转型

(一)技术变迁链式过程

演化经济学派认为技术变迁是一个动态演化的“黑箱”循环过程,涉及技术构想、创新、扩散和反馈4个部分内容^[18]。本文将技术变迁的一次循环看做一个要素持续影响的链式过程,可以分解为相继的技术研发和经济转化两个阶段,具体如图1所示。

在技术研发阶段,企业根据技术构想从外部引进或自主研发新技术。该阶段的主要投入是R&D,产出是各种形式的技术研发成果,主要表现为专利和新增项目,是技术变迁链式过程的中间产物。在经济转化阶段,企业将技术研发成果市场化并由此产生经济效益。该阶段的主要投入之一为上一阶段的研发成果,而研发成果在正式投产前需要进行试制并改进,随后才能进行综合集成的正式投产运营。因此经济转化阶段还需要与技术研发阶段共享R&D投入。此外,该阶段还应包括非研发劳动力和新增固定资产两方面的投入。研发成果完成市场化后方可获得经济效益,主要体现在盈利能力、偿债能力、运营能力和发展能力4个方面。由此,企业在该阶段将技术研发成果转化为经济效益的能力即为技术经济转化能力。

技术变迁链式过程考虑了投入与产出要素的相互关联和分配结构,在一定程度上突破了技术变迁“黑箱”过程。技术研发阶段的R&D投入是整个技术变迁链式过程的基础,也是技术研发成果能够实现经济转化的前提条件;经济转化阶段的投入是企业技术变迁能够获得良好效果的保障,体现了技术研发成果实现经济转化的实力;而经济转化阶段的产出要素则是企业技术研发成果经济转化后的最终效果。

(二)企业技术变迁式转型

企业转型主要包括准备、分析、决策、启动、实施与改进等方面活动^[17],本文将企业技术变迁式转型过程分为计划和实施2个阶段,具体如图2所示。在计划阶段,企业根据之前的技术选择和积累进行转型决策,由此确定新的技术构想并进入转型方案筹备阶段,随后通过引进或是自主研发方式进行技术创新。立项启动后即进入转型实施阶段,这一阶段首先要对转型方案进行试运行,并对转型计划阶段各项工作进行改进和完善,之后才能进入全面运行阶段实现技术成果的市场转化,最后根据结果对企业技术变迁式转型进行进一步的完善和评估。整个技术变迁式转型过程需要人力、财力、物力3个方面的投入支持,主要产出有创新、经济效益及环保3个方面的成果。

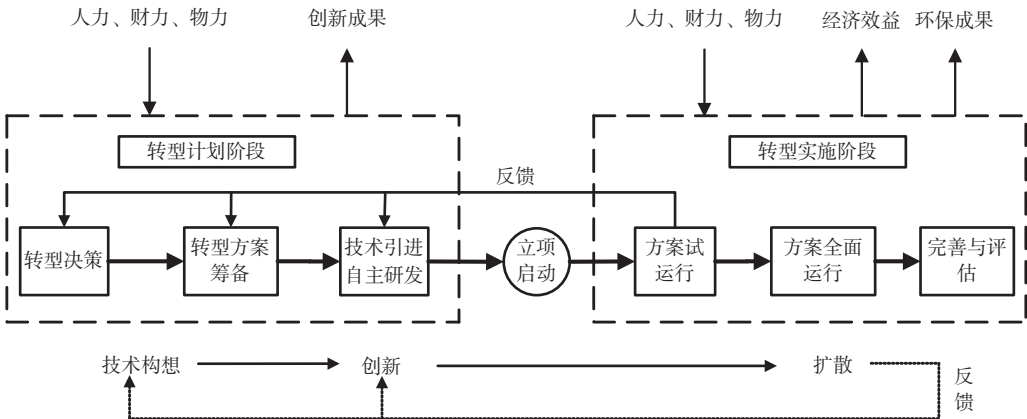


图2 企业技术变迁式转型过程

二、评价指标体系与方法构建

(一) 技术经济转化能力评价指标体系与评价方法构建

1. 技术经济转化能力评价指标体系

根据第一节中对技术变迁链式过程的分析,从经济转化的条件、实力和效果3个方面对技术经济转化能力进行综合评价。对于经济转化效果的指标选取,结合国家财政部文件《企业效绩评价操作细则(修订)》,用净资产收益率和社会贡献率衡量盈利能力,流动比率和负债与有形净资产比率衡量偿债能力,总资产周转率和固定资产周转率衡量运营能力,总资产增长率和销售增长率衡量发展能力。具体评价指标体系见表1。其中, a 、 b 是人为设定的,具体取值取决于决策者的偏好与R&D实际的共享配比情况,这里为避免R&D在技术经济转化阶段的权重为0,借鉴陈莹文等^[19]的相关研究,取 $a=b=0.1$ 。

表1 技术经济转化能力评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	符号	衡量	指标属性
转化条件	共享投入	R&D人员	aZ_1	R&D人员数(人)	正向
		R&D经费	bZ_2	R&D经费内部支出(元)	正向
转化实力	共享投入	R&D人员	$(1-a)Z_1$	R&D人员数(人)	正向
		R&D经费	$(1-b)Z_2$	R&D经费内部支出(元)	正向
	中间产出	专利授予量	Z_3	专利授予数量(个)	正向
		新增项目	Z_4	新工程投资额(元)	正向
	其他投入	非研发劳动力	Z_5	员工总数-R&D人员数(个)	正向
		新增固定资产	Z_6	新增固定资产额(元)	正向
转化效果	盈利能力	净资产收益率	Z_7	净利润/平均净资产(%)	正向
		社会贡献率	Z_8	企业社会贡献总额/平均资产总额(%)	正向
	偿债能力	流动比率	Z_9	流动资产/流动负债(%)	正向
		负债与有形净资产比率	Z_{10}	负债总额/有形净资产(%)	负向
	运营能力	总资产周转率	Z_{11}	主营业务收入净额/平均资产总额(%)	正向
		固定资产周转率	Z_{12}	主营业务收入净额/固定资产平均净值(%)	正向
	发展能力	总资产增长率	Z_{13}	(本年资产总额-上年资产总额)/上年资产总额(%)	正向
		销售增长率	Z_{14}	本年销售增长额/上年销售总额(%)	正向

2. 技术经济转化能力评价方法

为了实现时间序列的技术经济转化能力评价,在熵值法中加入时间变量 r ^[20]。设有 r 年, n 个企业,每个企业有 m 项技术经济转化能力评价指标, $z_{\theta ij}$ 表示第 θ 年企业 i 的第 j 项评价指标值, $z'_{\theta ij}$ 表示经过标准化处理后的第 θ 年企业 i 的第 j 项评价指标值,具体评价模型如下。

(1)对原始数据进行标准化处理:对于正向指标,令 $z'_{\theta ij} = \frac{z_{\theta ij} - z_{\min}}{z_{\max} - z_{\min}}$;对于负向指标,令 $z'_{\theta ij} = \frac{z_{\min} - z_{\theta ij}}{z_{\max} - z_{\min}}$ 。其中, $z_{\max}$ 和 $z_{\min}$ 分别表示原始数据 $z_{\theta ij}$ 中的最大值和最小值。

(2)确定 θ 年的第 j 项指标下第 i 个企业占该指标的比重 $p_{\theta ij}$: $p_{\theta ij} = \frac{z'_{\theta ij}}{\sum_{\theta} \sum_i z'_{\theta ij}}$ 。

(3)确定第 j 项经济转化评价指标的熵值 e_j : $e_j = -k \sum_{\theta} \sum_i p_{\theta ij} \ln(p_{\theta ij})$,其中 $k = \ln(rn) > 0$ 。

(4)确定技术经济转化能力各评价指标的权重 w_j : $w_j = \frac{g_j}{\sum_j g_j}$,其中 $g_j = 1 - e_j$ 。

(5)企业技术经济转化能力综合得分 $H_{\theta i}$: $H_{\theta i} = \sum_j w_j x'_{\theta ij}$ 。

(二) 企业技术变迁式转型效率评价指标体系与评价方法构建

1. 企业技术变迁式转型效率评价指标体系

根据效率的管理学定义,转型效率是指在给定的转型投入与生产条件下,对转型投入要素的利用程度,

即转型投入与转型产出的比值。根据第二节中对企业技术变迁式转型过程的分析,从人、财、物3个方面选取转型效率评价投入要素指标,从经济效益、创新成果和环保成果3个方面选取产出要素指标。由此,在参考现有文献的基础上,选取企业全体劳动力素质与R&D人员数量作为技术变迁式转型过程在人力方面的投入指标,R&D经费与新项目投资作为财力方面的投入指标,新增固定资产作为物力方面的投入指标。选取主营业务收入增长额和新产品销售收入占比作为技术变迁式转型过程在经济效益方面的产出指标,专利授权量作为创新成果方面的产出指标,环境友好度作为环保成果方面的产出指标。其中,环境友好度通过咨询20位环保专家、高校学者等由专家打分得到。综上,企业技术变迁式转型效率评价指标体系具体的指标选取与衡量见表2。

表2 企业技术变迁式转型效率评价指标体系

变量	一级指标	二级指标	符号	衡量
投入变量(X)	人力方面	劳动力素质	X_1	人力资本存量
		R&D人员	X_2	R&D人员数(人)
	财力方面	R&D经费	X_3	R&D经费内部支出(元)
		新项目投资	X_4	在建工程资金投入(元)
	物力方面	新增固定资产	X_5	新增固定资产(元)
产出变量(Y)	经济效益	主营业务收入增长额	Y_1	主营业务收入增长额(元)
		新产品销售收入占比	Y_2	新产品销售收入额/总销售额(%)
	创新成果	专利授权量	Y_3	专利授予数量(个)
	环保成果	环境友好度	Y_4	环境友好度(定性,专家打分)

注:人力资本存量采用教育年限法来体现人力资本的复合递增性,从而衡量劳动力素质:企业人力资本存量=研究生以上×19+本科×16+大专×15+中专及以下×12。

2. 技术变迁式转型效率评价方法

目前,DEA方法是最为主要的效率评价方法,为了使评价结果更加真实,选取自评模式与他评模型相结合的博弈交叉效率DEA模型来测算企业技术变迁式转型的效率。具体如下。

假设共有 n 个企业, DMU_j 表示第 j 个企业($j=1,2,\dots,n$)。每个企业有 m 种类型的转型投入 $x_{ij}(i=1,2,\dots,m)$ 和 s 种类型的转型产出 $y_{rj}(r=1,2,\dots,s)$ 。 DMU_j 相对于 DMU_d 的转型博弈交叉效率计算公式如式(1)所示:

$$\alpha_{dj} = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_{rj}^d y_{rj}}{\sum_{i=1}^m w_{ij}^d x_{ij}} \quad (1)$$

其中: j 和 d 表示企业编号; i 和 r 分别表示投入变量和产出变量的编号; μ_{rj}^d 、 w_{ij}^d 分别表示传统CCR-DEA模型中产出变量和投入变量的可行权重; α_{dj} 表示 DMU_j 仅在保证 DMU_d 的效率值不被降低的条件下选择权重,最大化其自身效率。每个 DMU_j 关于 DMU_d 的博弈交叉效率可由式(2)求得:

$$\begin{cases} \max \sum_{r=1}^s \mu_{rj}^d y_{rj} \\ \sum_{i=1}^m w_{ij}^d x_{id} - \sum_{r=1}^s \mu_{rj}^d y_{rd} \geq 0, \quad l = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m w_{ij}^d x_{ij} = 1 \\ \alpha_d \times \sum_{i=1}^m w_{ij}^d x_{id} - \sum_{r=1}^s \mu_{rj}^d y_{rd} \leq 0 \\ w_{ij}^d \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ \mu_{rj}^d \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s \\ j = 1, 2, \dots, n \\ d = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

其中: α_d 表示 DMU_d 的效率值,其初始值由传统交叉效率DEA模型求出,在式(2)中是一个参数。设式(2)的最优解为 $\mu_{rj}^{d*}(\alpha_d)$,即 DMU_j 相对于 DMU_d 的最优权重,则 DMU_j 的(平均)博弈交叉效率如式(3)所示:

$$\alpha_j = \frac{1}{n} \sum_{d=1}^n \sum_{r=1}^s \mu_{rj}^{d*}(\alpha_d) y_{rj} \quad (3)$$

其中: $j=1,2,\dots,n$; α_j 即为第 j 个企业技术变迁式转型的转型效率值。

三、协调性与动态关系评价模型构建

(一)耦合协调模型构建

根据系统论,技术经济转化能力和转型效率是企业技术变迁式转型系统的二象限子系统,前者是状态子系统,而后者是过程子系统。利用耦合度模型可以反映出两个子系统之间的关联程度,但无法体现系统综合发展水平的高低,因而很难反映出系统整体的协同效应。因此,为了更为准确地判断技术经济转化能力和技术变迁式转型效率之间的协调发展程度,需要构建耦合协调模型从耦合度和综合发展水平两个角度对其进行评价。

首先,需要计算耦合度与综合发展水平,计算方式分别如式(4)、式(5)所示:

$$C = \left\{ \frac{U_1 U_2}{\left[(U_1 + U_2)/2 \right]^2} \right\}^2 \quad (4)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (5)$$

其中: U_1 、 U_2 分别表示技术经济转化能力子系统、转型效率子系统的综合评价结果; C 表示两个子系统之间的耦合度; T 表示系统的综合发展水平; α 和 β 表示待定系数($\alpha + \beta = 1$),分别表示技术经济转化能力子系统和转型效率子系统在整个系统中的重要性,鉴于二者在技术变迁式转型系统中的重要程度相当,故设 $\alpha = \beta = 0.5$ 。

由此构建技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的耦合协调模型如式(6)所示:

$$D = \sqrt{CT} \quad (6)$$

其中:耦合协调度 D 的取值范围为 $[0, 1]$,该值越大,说明两个子系统之间的协调发展程度越高。

耦合协调度的等级划分没有统一的标准,但现有文献多采用均分函数法将其划分为5个^[21]或10个等级^[22],故借鉴该方法将技术经济转化能力-转型效率的耦合协调度等级划分为10个等级,具体见表3。

表3 技术经济转化能力-转型效率的耦合协调度等级划分标准

耦合协调度取值	协调发展等级	耦合协调度取值	协调发展等级
$0 \leq D < 0.1$	极度失调(Ⅰ)	$0.5 \leq D < 0.6$	勉强协调(Ⅵ)
$0.1 \leq D < 0.2$	严重失调(Ⅱ)	$0.6 \leq D < 0.7$	初级协调(Ⅶ)
$0.2 \leq D < 0.3$	中度失调(Ⅲ)	$0.7 \leq D < 0.8$	中级协调(Ⅷ)
$0.3 \leq D < 0.4$	轻度失调(Ⅳ)	$0.8 \leq D < 0.9$	良好协调(Ⅸ)
$0.4 \leq D < 0.5$	濒临失调(Ⅴ)	$0.9 \leq D \leq 1.0$	优质协调(Ⅹ)

(二)动态关系评价的PVAR模型构建

技术经济转化能力与转型效率这两个关系密切的子系统能够相互促进、协调发展才能实现技术变迁式转型系统目标的总体演进,而厘清二者之间的动态关系则有助于促进它们的协调发展。据此,借助面板向量自回归(PVAR)构建企业技术经济转化能力与技术变迁式转型效率动态关系评价模型进行实证检验,具体模型设定如式(7)所示:

$$y_{i,t} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^k \alpha_j y_{i,t-j} + \eta_i + \phi_i + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

其中: i 表示企业; t 表示年份; j 表示滞后阶数; $y_{i,t}$ 包含两个变量:技术经济转化能力和技术变迁式转型效率; η_i 表示各企业不可观测的个体固定效应; ϕ_i 表示用以解释变量时间趋势的时间效应; $\varepsilon_{i,t}$ 表示随机扰动项; α_0 和 α_j 则分别表示截距项和回归系数矩阵。

四、实证分析

(一)数据来源

选取30家有代表性的上市煤化工企业2013—2018年的数据进行实证分析,原始数据均来源于企业年报、企业社会责任报告、地方统计年鉴、中国水资源公报及环保公司调研。数据信息准确可靠,其中部分缺失数据利用插值法进行填补。

(二)技术经济转化能力与技术变迁式转型效率评价结果

1. 技术经济转化能力评价结果

样本企业的技术经济转化能力评价指标相关原始数据存在负数和0,由于熵值法要求数据为正数。因

此借鉴柯小玲等^[23]的做法预先对原始数据做非负化处理,然后再利用本文提出的评价方法对技术经济转化能力进行评价,结果见表4。

总体来看,30家样本企业的技术经济转化能力从2013—2018年呈现波动上升趋势,但始终处于较低水平。就具体企业而言,6年间技术经济转化能力平均值最高的企业是西山煤电,但也仅为0.5380,其他企业6年的技术经济转化能力平均值均低于0.5,其中,云维股份和泸天化的平均值最低,分别为0.1869和0.1878。说明目前煤化工企业的技术经济转化能力较差,没有充分发挥出技术创新引领企业转型的优势,这可能会造成部分资金缺乏的企业在面对高额的技术创新投入时产生犹豫态度。因此,在后续转型过程中煤化工企业应该充分重视并从转化条件、转化实力方面等着手提升技术经济转化能力,以获得良好的市场竞争力与经济效益。

2. 技术变迁式转型效率评价结果

根据博弈交叉效率DEA模型,利用MATLAB编写程序对30家样本企业2013—2018年的技术变迁式转型效率进行测算,得到结果见表5。

总体来看,从2013—2018年30家样本企业的平均转型效率在0.7~0.8之间波动,大多数企业对转型投入要素的利用情况良好。就每个具体样本企业来看,东华科技、兖州煤业、山西焦化、云煤能源、宝泰隆、河池化工和安泰集团这7家企业的技术变迁式转型效率相对较好,6年间的平均效率值均大于0.9,说明这些企业对转型投入要素的利用程度较高。其中,山西焦化的转型效率情况最为乐观,在2013—2016年这4年间均达到了相对最优(效率值为1)。兰花科创、湖北宜化、鲁西化工、西山煤电和神火股份这5家企业的技术变迁式转型效率相对较差,6年间的平均效率值均低于0.6,其中,西山煤电的平均转型效率值最低,仅为0.2165,说明该企业对转型投入要素的利用程度低,相较于其他企业还有很大的提升空间。此外,个别企业的转型效率值浮动较大,存在“突变”的现象,说明煤化工企业技术变迁式转型发展不够成熟,目前还处于摸索期。因此对转型投入要素的总体利用情况良好但不稳定,后续需要不断地总结经验并从资源配置、转型制度体系及要素管理等方面入手进行相应的改进,从而稳定提升

表4 样本企业技术经济转化能力评价结果

企业	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	均值
阳煤化工	0.2935	0.2306	0.2705	0.3741	0.3260	0.3618	0.3094
东华科技	0.3929	0.3997	0.4335	0.4212	0.2381	0.4773	0.3938
中国神华	0.4836	0.4348	0.4242	0.4728	0.5973	0.5727	0.4976
中煤能源	0.3655	0.3948	0.4723	0.5081	0.4439	0.5202	0.4508
兖州煤业	0.2959	0.2681	0.3243	0.4736	0.3214	0.4003	0.3473
山西焦化	0.1882	0.2028	0.1634	0.3215	0.1622	0.2952	0.2222
潞安环能	0.3218	0.3006	0.2594	0.4472	0.4508	0.4573	0.3729
开滦股份	0.2418	0.2632	0.2342	0.3780	0.3138	0.2372	0.2780
云煤能源	0.2358	0.2652	0.1783	0.3119	0.1475	0.3482	0.2478
兰花科创	0.3847	0.3278	0.3375	0.3911	0.2745	0.3209	0.3394
华鲁恒升	0.3457	0.4078	0.3929	0.4525	0.2652	0.3896	0.3756
伊泰B股	0.3307	0.3250	0.3072	0.4225	0.2346	0.4186	0.3398
湖北宜化	0.2698	0.2500	0.2802	0.3283	0.1089	0.3234	0.2601
鲁西化工	0.2264	0.2519	0.2716	0.5053	0.3379	0.4392	0.3387
宝泰隆	0.2145	0.2323	0.2518	0.3510	0.2935	0.4420	0.2975
柳州化工	0.2457	0.2860	0.2320	0.2488	0.1722	0.3835	0.2614
泸天化	0.1778	0.1406	0.1754	0.2683	0.1863	0.1784	0.1878
河池化工	0.1498	0.1305	0.1971	0.1992	0.2764	0.3457	0.2164
美锦能源	0.3150	0.3455	0.2399	0.3708	0.2424	0.3162	0.3050
西山煤电	0.5564	0.5653	0.5446	0.6041	0.5422	0.4152	0.5380
云维股份	0.1439	0.0913	0.1870	0.1671	0.2419	0.2903	0.1869
皖维高新	0.2779	0.3206	0.3441	0.4367	0.2379	0.3989	0.3360
赤天化	0.1895	0.1418	0.2403	0.3168	0.1294	0.2558	0.2123
远兴能源	0.3574	0.2560	0.2532	0.3712	0.2983	0.3704	0.3177
昊华能源	0.4578	0.3653	0.3855	0.4233	0.2209	0.3153	0.3614
山西路桥	0.1528	0.2720	0.2866	0.3027	0.2080	0.3671	0.2649
湖北双环	0.2105	0.3033	0.3743	0.3932	0.1604	0.3658	0.3013
安泰集团	0.2042	0.2262	0.2389	0.3801	0.3227	0.4381	0.3017
安源煤业	0.3387	0.2991	0.2759	0.2897	0.2571	0.3548	0.3025
神火股份	0.3872	0.3908	0.3679	0.4411	0.2594	0.2653	0.3520
年平均值	0.2919	0.2896	0.2981	0.3791	0.2757	0.3722	

表5 样本企业技术变迁式转型效率测算结果

企业	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	均值
阳煤化工	1.0000	0.7488	0.6191	0.6247	0.9295	0.8846	0.8011
东华科技	0.8997	1.0000	0.9711	0.8653	0.8878	0.9522	0.9294
中国神华	0.9431	0.7117	0.9470	0.9746	1.0000	0.8132	0.8983
中煤能源	0.7765	0.8913	0.9418	0.6221	0.6141	0.7083	0.7590
兖州煤业	0.9901	0.9333	0.9728	1.0000	0.8742	0.8276	0.9330
山西焦化	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9475	0.9788	0.9877
潞安环能	0.6298	0.5063	0.8011	0.9645	0.6668	0.7878	0.7260
开滦股份	0.4311	0.4263	0.8487	0.6900	0.7619	0.9828	0.6901
云煤能源	0.9861	0.8965	1.0000	0.9999	0.8671	1.0000	0.9583
兰花科创	0.4121	0.6104	0.2658	0.6153	0.4318	0.3467	0.4470
华鲁恒升	0.8152	0.7465	0.8343	0.8616	0.8644	0.7144	0.8061
伊泰B股	0.9112	0.9472	0.8567	0.8227	0.7769	0.6147	0.8216
湖北宜化	0.3137	0.6673	0.7079	0.6806	0.5395	0.5875	0.5828
鲁西化工	0.6801	0.7935	0.4685	0.1817	0.4485	0.4585	0.5051
宝泰隆	0.9538	0.9782	1.0000	0.9739	0.6502	1.0000	0.9260
柳州化工	0.4087	0.2124	0.4618	0.9050	0.8822	0.7548	0.6041
泸天化	0.5421	0.8659	0.4745	0.9620	0.7670	0.7351	0.7244
河池化工	0.9333	1.0000	0.9700	0.9334	0.9246	0.9260	0.9479
美锦能源	0.9512	1.0000	0.7557	0.7333	0.8056	0.8756	0.8536
西山煤电	0.2174	0.1416	0.1544	0.1583	0.3095	0.3180	0.2165
云维股份	0.8679	0.9541	0.9347	0.7333	0.8942	0.9333	0.8863
皖维高新	0.9165	0.8403	0.8812	0.7071	0.7681	0.8719	0.8308
赤天化	1.0000	0.9391	0.9703	0.6951	0.7911	0.6893	0.8475
远兴能源	0.8767	0.7216	0.9426	0.9817	0.7652	0.9452	0.8722
昊华能源	1.0000	0.9370	0.7918	0.6790	0.7838	0.8136	0.8342
山西路桥	0.7553	0.7977	1.0000	0.6206	0.7887	0.8108	0.7955
湖北双环	0.7436	0.5571	0.5034	0.5529	0.6894	0.8894	0.6560
安泰集团	0.8955	0.8522	0.9935	1.0000	0.8798	0.8423	0.9106
安源煤业	0.7387	0.4724	0.8824	1.0000	0.9797	0.8169	0.8150
神火股份	0.1922	0.1685	0.1688	0.4734	0.4832	0.5600	0.3410
年平均值	0.7594	0.7439	0.7707	0.7671	0.7591	0.7813	

转型投入要素的利用率,避免资源的浪费。

(三)耦合协调性结果

根据第三大节构建的耦合协调模型测算样本企业技术经济转化能力与转型效率的耦合协调度,结果见表6。

总体来看,从2013—2018年样本企业整体的技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的平均耦合协调度呈波动上升趋势,虽然二者的耦合协调情况在不断改善,但总体始终处于失调状态($D < 0.4$,协调发展等级低于V)。具体来看,中国神华的技术经济转化能力与转型效率的协调效应是样本企业中相对最佳的,2013—2018年6年间的平均值为0.5339,在2017年更是达到了0.6684,实现了初级协调(VII)的发展等级。而西山煤电和神火股份的技术经济转化能力与转型效率的协调效应相对较差,6年间的平均值分别为0.1836和0.1881,始终处于轻度失调(IV)及以下发展等级。此外,耦合协调发展情况进步最明显的企业有宝泰隆、柳州化工、河池化工、山西路桥与安泰集团,这些企业的耦合协调度均提高了0.2以上,其中,宝泰隆集团实现了勉强协调(VI)发展等级。这主要是因为煤化工企业技术变迁式转型目前还处于发展不成熟的初期阶段,其技术经济转化能力与转型效率本身的发展水平有限或不够稳定,而且后者的发展滞后于前者的发展。

(四)技术经济转化能力和技术变迁式转型效率的动态关系

1. 单位根检验

为了运用PVAR模型分析技术经济转化能力与技术变迁式转型效率之间的动态关系,首先要对数据的平稳性进行检验,以保证后续实证结果的可靠性。鉴于本文的数据为短面板数据,选取HT、IPS和LLC 3个检验方法对相关数据进行单位根检验,结果见表7。样本企业的技术经济转化能力与技术变迁式转型效率2个变量的数据序列均通过了这3种单位根检验,为平稳数据。因此不需要再进行协整检验,可以直接运用PVAR模型对二者的动态关系进行下一步的分析。

2. 最佳滞后期

在建立PVAR模型之前,还需要确定模型的最优滞后阶数。Stata软件的运行结果见表8,根据AIC(赤池信息准则)、BIC(贝叶斯信息准则)和HQIC(汉南-昆信息准则)准则可知,样本企业的技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的PVAR模型的最优滞后阶数为1。

表6 技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的耦合协调度测算结果

企业	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	均值
阳煤化工	0.3650	0.2467	0.2511	0.3307	0.3824	0.4055	0.3302
东华科技	0.4397	0.4778	0.5024	0.4544	0.2818	0.5376	0.4489
中国神华	0.5400	0.4087	0.4852	0.5417	0.6684	0.5594	0.5339
中煤能源	0.3756	0.4388	0.5290	0.4205	0.3748	0.4701	0.4348
兖州煤业	0.3654	0.3228	0.3917	0.5518	0.3633	0.4228	0.4030
山西焦化	0.2442	0.2615	0.2143	0.3956	0.2063	0.3620	0.2806
潞安环能	0.2938	0.2396	0.2854	0.5134	0.4022	0.4566	0.3652
开滦股份	0.1797	0.1911	0.2702	0.3569	0.3260	0.2985	0.2704
云煤能源	0.2974	0.3120	0.2323	0.3851	0.1796	0.4241	0.3051
兰花科创	0.2511	0.2921	0.1634	0.3393	0.1994	0.1926	0.2397
华鲁恒升	0.3699	0.4007	0.4185	0.4810	0.3050	0.3746	0.3916
伊泰B股	0.3824	0.3860	0.3450	0.4405	0.2563	0.3580	0.3614
湖北宜化	0.1567	0.2463	0.2822	0.3146	0.1032	0.2815	0.2308
鲁西化工	0.2287	0.2765	0.2092	0.1567	0.2416	0.3006	0.2355
宝泰隆	0.2677	0.2921	0.3182	0.4200	0.2778	0.5206	0.3494
柳州化工	0.1756	0.1217	0.1819	0.2965	0.2092	0.3836	0.2281
泸天化	0.1607	0.1717	0.1460	0.3291	0.2070	0.1941	0.2014
河池化工	0.1900	0.1735	0.2502	0.2471	0.3298	0.4014	0.2653
美锦能源	0.3766	0.4213	0.2570	0.3660	0.2697	0.3587	0.3415
西山煤电	0.1945	0.1347	0.1422	0.1549	0.2571	0.2181	0.1836
云维股份	0.1755	0.1204	0.2334	0.1826	0.2870	0.3464	0.2242
皖维高新	0.3295	0.3536	0.3873	0.4083	0.2577	0.4364	0.3622
赤天化	0.2458	0.1811	0.2997	0.3096	0.1509	0.3393	0.2544
远兴能源	0.3989	0.2642	0.3087	0.4430	0.3130	0.4316	0.3599
昊华能源	0.5362	0.4242	0.3978	0.3871	0.2443	0.3414	0.3885
山西路桥	0.1713	0.2967	0.3573	0.2765	0.2324	0.3878	0.2870
湖北双环	0.2266	0.2576	0.2845	0.3161	0.1697	0.4106	0.2775
安泰集团	0.2466	0.2625	0.3024	0.4576	0.3662	0.4612	0.3494
安源煤业	0.3409	0.2275	0.3199	0.3607	0.3203	0.3787	0.3247
神火股份	0.1383	0.1245	0.1199	0.3088	0.2057	0.2312	0.1881
年平均	0.2888	0.2776	0.2962	0.3649	0.2796	0.3762	

表7 样本企业面板单位根检验结果

变量	HT检验	IPS检验	LLC检验	结论
技术经济转化能力	-0.4319*** (0.0001)	-33.3675*** (0.0000)	-8.7718*** (0.0000)	平稳
技术变迁式转型效率	-0.1615** (0.0394)	-6.3377*** (0.0000)	-7.2417*** (0.0000)	平稳

注:括号内的数字为P值;***、**、*分别表示P值在1%、5%、10%水平下显著。

表8 样本企业PVAR模型的最优滞后阶数选择结果

滞后期	AIC	BIC	HQIC
1	-2.35026*	-1.16347*	-1.88604*
2	-1.7501	-0.224475	-1.18136
3	-0.765809	1.19587	-0.138252
4	11.1388	13.3102	11.1157

注:***、**、*分别表示P值在1%、5%、10%水平下显著。

3. 技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的脉冲响应分析

脉冲响应函数清楚地描述了在随机扰动影响的情况下,内生变量当期值与长期值所受到的影响。图2为样本企业技术经济转化能力(capacity)与技术变迁式转型效率(eficiency)通过 Monte-Carlo 模拟 200 次的脉冲响应结果,其中,横坐标为响应期数(设定为 6 期),纵坐标为变量的冲击影响程度;中间的曲线表示变量受到冲击的振幅大小,两侧的虚线分别为 95% 与 5% 分位点的估计值(即置信区间为 95%)。

图 3(a)表明样本企业的技术变迁式转型效率对自身的冲击具有正向影响,且影响程度逐渐减弱,当期影响达到了 0.13 左右,随后缓慢减弱,在第 6 期降至 0.03 并趋于平稳,说明样本企业的技术变迁式转型效率对自身产生了较强的正向促进作用。图 3(b)中样本企业的技术变迁式转型效率对技术经济转化能力的当期冲击反应为 0,之后逐渐增大并在第 2 期达到峰值 0.01 左右,随后缓慢减弱但持续为正向影响状态,表明样本企业的技术变迁式转型效率对技术经济转化能力有较为显著的正向促进作用。图 3(c)中样本企业的技术经济转化能力对技术变迁式转型效率的冲击反应在 0~2 期为负向作用,当期影响程度为 -0.013 左右,随后逐渐增大并在第 2 期变为正向影响的趋势,在第 3 期的影响值到达 0.002,之后趋于平稳,稳中向好。说明样本企业在进行技术变迁式转型的初期,技术经济转化能力对转型效率产生了较强的负向作用,但长期(≥ 3 期)来看,前者对后者有不太显著但持续的正向影响作用。图 3(d)中样本企业的技术经济转化能力对自身的冲击在当期达到了 0.08 左右,之后在第 1 期时锐减至 0.036 左右并从第 4 期进入平稳状态,说明样本企业的技术经济转化能力能够对自身产生较为显著的正向促进作用。

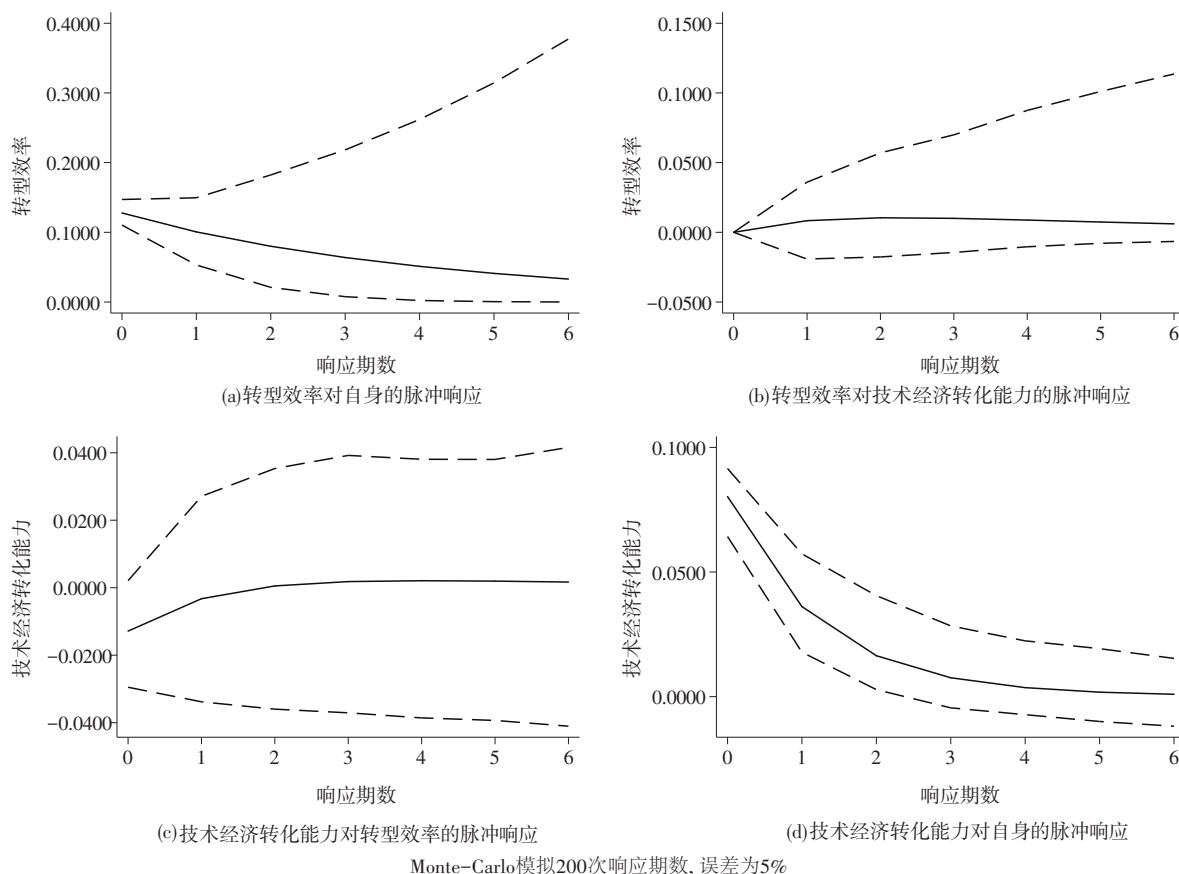


图3 样本企业技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的脉冲响应图

4. 技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的方差分解分析

为了进一步考察样本企业技术经济转化能力与技术变迁式转型效率之间的动态关系,采用方差分解来分析二者每一单位的冲击对预测方差的贡献程度,结果见表9。前 10 预测期及第 20 和第 30 预测期的方差分解结果差异不大,说明样本企业技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的动态关系较为均衡,二者之间的 PVAR 实证结果具有较强的稳健性。

在样本企业技术经济转化能力的方差分解中,技术经济转化能力的冲击对自身的预测方差贡献最大,第

1 期的贡献度为 97.4988%,随后持续上升至第 3 期,达到最高点 97.8501% 后,贡献度开始以缓慢的速度持续下降,在第 30 期下降至 97.6305%。技术变迁式转型效率的冲击对技术经济转化能力的贡献度在第 1 期就得到显现(贡献度为 2.5012%),之后先是在第 3 期下降至 2.1499%,随后以非常缓慢的速度持续增大,在第 30 期增大到 2.3695%。说明样本企业技术变迁式转型效率对技术经济转化能力的影响是及时、波动且持续的。在样本企业技术变迁式转型效率的方差分解中,技术变迁式转型效率的冲击也对自身的预测方差贡献最大,在第 1 期的贡献度为 100%,随后逐步持续下降,在第 30 期下降至 98.8362%。而技术经济转化能力的冲击对技术变迁式转型效率的预测方差贡献在第 2 期才开始显现,初期(第 2 期)的贡献程度较低(0.2645%),随后持续稳步增加并在第 30 期时达到了 1.1638%。但随着预测期数的增加,贡献程度增加的速度逐渐放缓,说明样本企业的技术经济转化能力对其技术变迁式转型效率的影响是滞后且持续的。

表 9 样本企业技术变迁式转型效率与技术经济转化能力的方差分解结果

期数	技术经济转化能力方差分解		技术变迁式转型效率方差分解	
	转型效率	技术经济转化能力	转型效率	技术经济转化能力
1	0.025012	0.974988	1	0
2	0.022196	0.977804	0.997355	0.002645
3	0.021499	0.978501	0.994566	0.005434
4	0.021743	0.978257	0.992458	0.007542
5	0.022223	0.977777	0.991019	0.008981
6	0.022665	0.977335	0.990073	0.009927
7	0.023000	0.977000	0.989462	0.010538
8	0.023236	0.976764	0.989069	0.010931
9	0.023394	0.976606	0.988817	0.011183
10	0.023499	0.976501	0.988655	0.011345
20	0.023693	0.976307	0.988365	0.011635
30	0.023695	0.976305	0.988362	0.011638

五、总结与建议

通过分析技术变迁链式过程和企业技术变迁式转型过程构建技术经济转化能力和技术变迁式转型效率的评价指标体系和评价方法,利用耦合协调模型与 PVAR 模型实证检验了 2013—2018 年煤化工企业技术经济转化能力和技术变迁式转型效率的协调发展情况与动态关系。通过实证分析,验证了上述评价方法与模型是可靠且具有一定适用性的,并得到以下结论:

- (1)煤化工企业技术变迁式转型仍处于发展不成熟的探索阶段,技术经济转化能力欠佳,未能充分发挥出技术创新引领企业转型的优势,虽然对转型投入要素的利用情况良好但却不够稳定,转型效率存在“突变”现象。
- (2)煤化工企业的技术经济转化能力与技术变迁式转型效率的耦合协调度总体呈现不断增长态势,但均未达到良好的协调发展状态。技术经济转化能力水平落后于转型效率水平,在一定程度上制约了二者的协调发展,阻碍了煤化工企业技术变迁式转型目标的总体演进。
- (3)虽然技术经济转化能力与技术变迁式转型效率之间的协调度不高,但二者之间仍存在相关的动态关系。技术经济转化能力对转型效率在短期内为负向影响,长期来看则呈现出滞后但持续的促进作用,而技术变迁式转型效率对技术经济转化能力有明显及时、波动且持续的正向促进作用。

基于上述研究与结论,本文提出以下建议:

- (1)技术变迁式转型对员工的综合素质提出了更高的要求,企业人员要具有一定的知识水平和良好的学习能力才能够应对新技术、新项目及新设备等所带来的挑战。因此,煤化工企业应该积极调整人员构成,从而提升技术进行经济转化的软实力。同时,也要加大技术经济转化阶段的资金投入,以保证新工程项目能够顺利开展的设备需求与资金需求,提升技术进行经济转化的硬实力。从而提升技术经济转化能力,扭转煤化工企业技术经济转化能力落后于转型效率的转型现状,实现平衡与科学的转型发展。
- (2)企业应该优化资源配置体系,提高转型要素管理水平,来进一步提升技术变迁式转型效率,提高对转型投入要素的利用率与其稳定性,积极发挥转型效率对技术经济转化能力长期、持续的正向促进作用。从而形成技术经济转化能力与转化效率之间互相配合与促进的良性循环,实现二者的长期协调发展,以保证煤化工企业最终获得可持续的高质量转型发展。
- (3)技术创新进行经济转化是一个高投入且收益周期较为漫长的过程,一些企业可能会因为资金缺乏等原因而产生犹豫态度甚至放弃技术变迁式转型方式。因此,政府应该积极发挥引导作用,着力落实相关优惠政策,推动煤化工企业技术经济转化能力的提升,鼓励企业坚定走技术变迁式转型路径。

参考文献

- [1] 雷雨嫣,陈关聚,徐国东,等.技术变迁视角下企业技术生态位对创新能力的影响[J].科技进步与对策,2019,36(17):72-80.
- [2] 曾楚宏,王斌.信息技术与组织结构:观点比较与研究展望[J].财经科学,2011(3):83-91.
- [3] 邱红,林汉川.全球价值链、企业能力与转型升级——基于我国珠三角地区纺织企业的研究[J].经济管理,2014,36(8):66-77.
- [4] 宋洋,王志刚.珠三角制造业转型升级与技术创新路径研究——以新常态下2010~2015数据分析[J].科学管理研究,2016,34(5):61-64.
- [5] 周志丹,李兴森.企业自主创新的可拓创新模型构建与应用研究[J].科学学研究,2010,28(5):769-776.
- [6] CIL I, TURKAN Y S. An ANP-based assessment model for lean enterprise transformation[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2013, 64: 5-8.
- [7] 贵文龙,张福兴,李军,等.中小制造业精益变革过程绩效评价指标权重研究[J].科技管理研究,2014,34(2):36-40.
- [8] 姜秀娟,侯贵生.高管团队带领煤炭企业转型的能力影响因素研究——基于团队结构与制度环境视角[J].技术经济与管理研究,2015(11):65-69.
- [9] 杨瑛哲,黄光球,郑皓天.企业技术变迁路径与转型绩效关系研究——基于中国制造企业的实证分析[J].统计与信息论坛,2018,33(8):101-109.
- [10] 张雅琪,李兆磊,陈菊红.供应网络关系嵌入性视角下制造企业服务化战略对转型绩效的影响[J].科技进步与对策,2017,34(24):95-101.
- [11] 杜钰玮,万志芳.基于DEA-Malmquist指数的林业产业转型效率评价——以黑龙江省国有林区为例[J].林业经济,2019,41(5):32-37.
- [12] 沈琼,王少朋.技术创新、制度创新与中部地区产业转型升级效率分析[J].中国软科学,2019(4):176-183.
- [13] 赵洋.我国资源型城市产业绿色转型效率研究——基于地级资源型城市面板数据实证分析[J].经济问题探索,2019(7):94-101.
- [14] 范德成,李盛楠.区域高技术产业技术创新效率测度与提升路径研究——基于共享投入关联型两阶段DEA模型[J].运筹与管理,2019,28(5):156-165.
- [15] 王庆金,王强,周雪.区域高技术产业研发活动效率评价及影响因素研究[J].科技进步与对策,2018,35(23):59-65.
- [16] 郑素丽,胡一鸣.浙江省高技术产业创新效率评价与优化路径:基于双阶段DEA方法的实证研究[J].科技管理研究,2019,39(5):89-96.
- [17] 杨瑛哲,黄光球.基于系统动力学的企业转型的技术变迁路径分析仿真模型[J].系统工程理论与实践,2017,37(10):2649-2659.
- [18] 李瑾.环境政策对技术变迁的作用机制研究[D].上海:复旦大学,2009.
- [19] 陈莹文,王美强,陈银银,等.基于改进两阶段DEA的中国高技术产业研发创新效率研究[J].软科学,2018,32(9):14-18.
- [20] 杨丽,孙之淳.基于熵值法的西部新型城镇化发展水平测评[J].经济问题,2015(3):115-119.
- [21] 马海良,李珊珊.京津冀城镇化与水资源系统的发展与协调性研究[J].当代经济管理,2017,39(9):61-67.
- [22] 李健,李鹏飞,苑清敏.基于多层级耦合协调模型的京津冀工业产业协同发展分析[J].干旱区资源与环境,2018,32(9):1-7.
- [23] 柯小玲,向梦,林芸.基于主成分分析和灰色理论的武汉市生态安全评价研究[J].科技管理研究,2018,38(1):79-85.

(下转第35页)

Research on Risk Assessment of Merger and Acquisition from the Perspective of Industrial Chain Synergy Based on Event Tree and Fuzzy Set Theory

Li Guangrong¹, Yang Jinxiu², Huang Ying¹

(1. Business School of Beifang Minzu University, Yinchuan, 750021, China;

2. Business School of Fuyang Normal University, Fuyang 236000, Anhui, China)

Abstract: The event tree analysis method and fuzzy set theory are used to analyze and evaluate the risk of enterprise merger and acquisition(M&A)from the perspective of industrial chain synergy. The main risk factors in each stage of M&A activities are analyzed, and the risk event tree analysis model of industry chain collaborative M&A is constructed according to the risk event sequence in M&A process. Then the probability evaluation algorithm of event occurrence is discussed based on fuzzy set theory and the process of risk value calculation is demonstrated according to the probability of event occurrence and the its loss rate. It solves the problem that it is difficult to quantify the risk evaluation value in the event tree method. Furthermore, it explores the key risk points of the industry chain collaborative M&A by the case study. It surly proves the feasibility and effectiveness of the method. Finally, management suggestions on risk control of industrial chain collaborative M&A are put forward according to the research results.

Keywords: event tree analysis; fuzzy set theory; industrial chain synergy; risk assessment; merger and acquisition

(上接第 25 页)

The Economic Conversion Capacity of Technology and Technological Transformation Efficiency of Enterprises: A Case Study of Coal Chemical Enterprises

Lu Qiuqin, Yuan Meng, Huang Guangqiu

(School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: The economic conversion capacity of technology and transformation efficiency are the key issues in the process of technological transformation. The process of technological change and enterprises' technological transformation are analyzed so as to build the evaluation index system and method of economic conversion capacity of technology and technological transformation efficiency. Then, taking coal chemical enterprises as the research object, the coupling coordination model and panel vector autoregression model are used to analyze the coupling coordination and dynamic relationship between economic conversion capacity of technology and technological transformation efficiency. The results show that the economic conversion capacity of technology is unsatisfactory, the technological transformation efficiency of coal chemical enterprises is good but not stable, and the development between them is always in a state of maladjustment. The economy conversion capacity of technology has a strong negative impact on the technological transformation efficiency, but in the long term, it shows a less significant, lagging but sustained positive impact on it. And the latter has a significant, timely and sustained positive impact on the former.

Keywords: technological change; economic conversion capacity of technology; transformation efficiency; coupling coordination; dynamic relationship