

基于云模型的企业主流与新流创新绩效评价

吴赐联,朱 斌

(福州大学 经济与管理学院,福建 福州 350116)

摘 要:基于不同企业创新战略而衍生的主流与新流创新特征,运用逻辑框架法思想,从创新投入、过程、产出和效益4个维度,构建出体现企业主流与新流创新特征的绩效评价指标体系,引入基于正态云的创新绩效评价模型以解决部分评价指标的模糊性和随机性问题。最后,以国内6家汽车企业为例,测算其以燃油动力为主的主流创新绩效和以新能源动力为主的新流创新绩效。实证分析结果表明,该评价指标体系和评价模型能有效衡量不同企业主流与新流创新绩效的差异,同时,测算两种创新对企业整体创新绩效的贡献。

关键词:主流创新;新流创新;云模型;创新绩效

DOI:10.6049/kjbydc.2017060654

中图分类号:F273.1

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2018)12-0145-09

The Innovation Performance Evaluation of Enterprise's Main-stream and New-stream Based on the Cloud Model

Wu Cilian, Zhu Bin

(School of Economics & Management, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China)

Abstract: Based on the characteristics of the main-stream and new-stream innovation, and the idea of logical framework method. Firstly, the performance evaluation index systems which were constituted from the four dimensions of innovation input, process, output and efficiency were constructed to reflect the different innovative characteristics. Secondly, the innovative performance evaluation model which was based on the theory of normal cloud was constructed to solve the ambiguity and randomness problem of some evaluation indexes. Lastly, we chose six automobile production enterprises, Calculate the main-stream innovation performance which was based on fuel power and new-stream innovation performance which was based on new energy power. The results showed that the evaluation index system and the evaluation model can effectively measure the innovation performance of the main-stream and the new-stream, and reflect the contribution of the two innovations to the overall innovation performance of the enterprise.

Key Words: Main-Stream Innovation; New-Stream Innovation; Cloud Model; Innovation Performance

0 引言

企业作为创新主体,在自主创新过程中经常会面临双重压力,一方面是要延续并改善现有技术,努力降低现有产品生产成本,保证当前业务收益稳定,即进行主流创新;另一方面是要适应外部环境变化,不断探索新技术和开拓新市场,拉开与追随者的技术差距,即进行新流创新。主流创新是企业实现已有投资获益或盈利的关键,而新流创新则为企业未来成功奠定了基础^[1]。二者在企业创新战略上是统一的,都是企业激发与维持创造性产出的有效模式,是企业技术发展和产品升级换代的重要途径^[2]。

企业创新效果主要通过创新绩效体现,准确的绩效评价有助于诊断出企业创新中存在的突出问题,进而有效配置创新资源、降低创新风险,实现创新收益最大化。全面综合评价企业技术创新绩效比较困难^[3],这是因为鉴于企业技术创新分为主流领域创新和新流领域创新,其创新特征及表现形式有别,而笼统地将企业技术创新视为一个整体来考察创新绩效,不利于企业准确把握自身在二元创新领域的优势和不足。为此,构建能充分体现主流与新流创新特征的绩效评价指标体系,建立相应绩效评价模型,对于企业在创新驱动发展战略下认清自身创新绩效、实现创新资源配置效率最优化具有重要意义。

收稿日期:2017-11-17

基金项目:教育部人文社会科学研究规划项目(15YJA630109)

作者简介:吴赐联(1981—),男,福建漳州人,福州大学经济与管理学院博士研究生,研究方向为技术创新与创新管理;朱斌(1957—),女,江苏靖江人,福州大学经济与管理学院研究员、博士生导师,研究方向为技术创新与创新管理、科技管理与政策等。

1 文献述评

哈佛大学教授 Kanter^[4] 率先提出主流与新流创新概念,随后 Badguerahanian 等^[5]从管理体系和组织惯例视角、Ehrnberg^[6]从技术生命周期理论视角、Eisenhardt 等^[7]从顾客需求视角、朱斌与吴佳音^[2]从技术演进视角,分别对企业主流与新流创新的内涵进行界定。在二元创新流的表现形式及演进转化机理方面,Anderson 等^[8]应用技术性能指标研究了计算机、水泥和飞机制造等产业的技术创新演变进程,发现主流创新技术在演进过程中会被新流创新取代;毛荐其、韩景梅^[9]认为,新流创新以开发新技术组合取代现行技术组合,如果新流产品更符合市场需要,那么该技术组合就会被传递、延续和扩散,最终演化为主流技术;Zhu Bin 等^[10]通过案例分析了主流与新流创新的萌芽—成长—成熟—衰退动态演化过程及形成的汇流创新特点。朱斌、吴赐联采用协同创新理念,阐述了主流与新流创新的协同条件及动态演进规律。针对企业主流与新流创新绩效的影响因素,Kanter^[4]认为新流创新、开发活动、主流业务能力、原材料和产出是影响二元创新绩效的关键因素;Leifer 等^[12]认为效率、质量和顾客响应速度是影响主流创新绩效的重要变量,而企业战略、组织结构、技术范式和资源整合则是新流创新能力的主要影响因素;Carlos^[13]在 Leifer 等研究基础上,引入竞争环境效应、高层管理决策、创新能力间的相互作用和时间维度,探讨它们对二元创新绩效的影响;Mile^[14]基于 1 000 多家澳大利亚制造企业数据研究创新管理活动与创新绩效之间的关系,发现新流创新绩效的主要影响因素是创新能力、领导力和商业战略、新产品研发和知识产权,而主流创新绩效主要取决于创新能力、持续型发展导向、领导力和商业战略、学习型组织。关于企业创新绩效评价指标体系,Arcelus 等^[15]基于投入产出视角、Alegre 等^[16]与王宗军等^[17]基于创新效益视角、Chiesa 等^[18]与张首魁、苏源泉^[19]基于创新过程视角、Garcia 等^[20]与张首魁、党兴华^[21]基于创新网络视角分别构建了企业创新绩效评价指标体系。最后,在创新绩效评价模型方面,Movshuk^[22]采用 SFA 模型对全国钢铁企业的生产率和技术效率进行测算;杨青峰^[23]应用随机前沿模型分析了高技术产业地区研发创新效率及影响因素;柴玮等^[24]采用 DEA 方法对我国 6 家资源型企业科技创新绩效进行评价;单红梅(2002)基于模糊数学的综合判断法,应用最大隶属度原则,评价企业技术创新绩效;田盈、潘晓琳^[25]综合运用主成分分析法和层次分析法,建立 AHP 变量加权主成分分析模型,评价西南地区 3 家网络科技企业创新绩效。

综上所述,关于企业主流创新和新流创新的研究

成果主要聚焦于内涵界定、创新演化、绩效影响因素和评价等方面,专门针对主流与新流创新绩效评价的研究成果较少。本文将从以下几个方面进行拓展:首先,分别建立突出各自特色的主流与新流创新绩效评价指标体系,并运用隶属度和相关性分析法对指标体系进行约简,运用信度和效度理论对指标体系进行有效性检验;其次,鉴于评价指标体系中定性指标兼具模糊性和随机性特征,构建基于正态云理论的创新绩效评价模型,以解决评价语言的随机性问题;最后,将汽车行业的传统动力创新视为主流创新、新能源动力创新视为新流创新,选取 6 个自主品牌汽车企业进行绩效评价,以检验评价体系和模型的评价效果。

2 企业主流创新与新流创新评价指标体系构建

2.1 企业主流创新与新流创新绩效内涵

主流创新主要沿着现有技术创新轨道,属于渐进性创新,其通过改进主流产品性能和产品生产工艺,达到提升产品市场竞争力的目的。因此,主流创新绩效是指企业在专注于传统核心业务的发展过程中,基于人财物等关键要素资源,系统考察创新企业主流产品投入成本的变化,以实现企业生产组织形式变革、主流产品业绩提升、新流产品孵化和社会技术进步。

新流创新突破了传统技术轨道,属于突破性技术创新活动。其通过不断探索新技术、新产品和新工艺,以保证企业具备蓬勃生命力。因此,新流创新绩效是指以企业主导技术为基础,以长期发展战略和市场需求为导向,系统考察企业创新资源投入能力、企业创新管理和市场创新能力、新流产品和生产工艺新颖度、新流技术的突破性,并以此促进企业效率提升和社会技术跨越。

2.2 企业主流与新流创新绩效评价体系

本研究充分结合文献研究法、逻辑框架法和定量分析法确定主流与新流创新绩效评价指标体系。首先,通过查阅创新绩效评价相关研究成果,结合主流与新流创新特征,基于逻辑框架法研究思路,从创新投入、过程、产出和影响 4 个维度,分别构建包含 59 个与 56 个评价指标的主流创新评价体系 MTP(1)和新流创新评价体系 NTP(1);其次,利用专家调查法对评价指标体系进行筛选,要求从主流与新流创新绩效评价指标体系中分别选取 30 个重要指标,根据问卷数据进行隶属度分析,确定第二轮评价指标体系 MTP(2)和 NTP(2),并再一次发放问卷,对第二轮指标进行相关性分析,删除相关性较强的每对指标中的一项,形成 MTP(3)和 NTP(3)。限于篇幅,文中仅列出最终评价指标体系,如表 1 和表 2 所示。

表 1 企业主流创新绩效评价指标体系 MTP(3)与指标权重

目标层	准则层	代码	指标层	指标权重
创新投入 MA	人力投入 MA ₁	MA ₁₁	主流技术创新 R&D 人员全时当量	(0.025,0.042,0.051)
		MA ₁₂	主流创新高级职称技术研发人员占比	(0.024,0.038,0.042)
		MA ₁₃	科研团队技术专长的异质性	(0.027,0.043,0.048)
		MA ₁₄	研发人员人均培训费用	(0.022,0.041,0.039)
	资金投入 MA ₂	MA ₂₁	主流技术创新 R&D 资金总额/产品销售总收入	(0.030,0.052,0.057)
		MA ₂₂	主流技术引进经费支出总额/产品销售总收入	(0.030,0.050,0.054)
		MA ₂₃	主流技术改造总经费/主流技术创新总经费	(0.031,0.052,0.058)
		MA ₃₁	主流技术研发设备先进程度	(0.037,0.061,0.067)
	技术投入 MA ₃	MA ₃₂	主流产品生产工艺的技术水准	(0.023,0.039,0.043)
		MA ₃₃	主流技术创新中外购专利项目数	(0.023,0.039,0.042)
创新过程 MB		创新管理能力 MB ₁	MB ₁₁	公司领导的主流创新战略与要素匹配度
	MB ₁₂		主流创新过程中各要素资源的协同效应	(0.013,0.023,0.027)
	MB ₁₃		公司领导的创新意识和前瞻性	(0.012,0.021,0.025)
	MB ₁₄		发现市场机遇并付诸行动的有效程度	(0.013,0.027,0.026)
	创新激励机制 MB ₂	MB ₂₁	创新机制对员工技术创新的激发作用	(0.014,0.025,0.032)
		MB ₂₂	定期对员工技术创新绩效进行评估	(0.023,0.040,0.045)
		MB ₂₃	晋升制度对员工技术创新的促进作用	(0.023,0.039,0.045)
		MB ₂₄	员工技术改进建议的采纳率	(0.013,0.027,0.026)
	组织与市场创新 MB ₃	MB ₃₁	注重技术信息渠道的完善和情报收集	(0.010,0.017,0.021)
		MB ₃₂	主流创新中注重组织学习能力培养	(0.011,0.019,0.022)
MB ₃₃		主流创新中注重联合研发	(0.010,0.016,0.020)	
MB ₃₄		通过产品质量和服务维护良好客户关系	(0.009,0.018,0.019)	
MB ₃₅		营销过程中注重新市场培育	(0.010,0.019,0.021)	
创新产出 MC	主流产品产出 MC ₁	MC ₁₁	主流产品产值增长率	(0.029,0.049,0.047)
		MC ₁₂	主流产品销售利润率	(0.030,0.050,0.048)
		MC ₁₃	主流产品出口占比	(0.029,0.049,0.048)
	主流技术产出 MC ₂	MC ₂₁	主流产品和相关工艺专利授权增长量	(0.040,0.066,0.069)
		MC ₂₂	主流产品技术诀窍、文档增加量	(0.020,0.034,0.034)
		MC ₂₃	重大改进产品数	(0.026,0.044,0.035)
		主流技术市场化潜力 MC ₃	MC ₃₁	主流产品技术转让合同成交额
	MC ₃₂		主流技术相关产品研发成功率	(0.015,0.025,0.024)
	MC ₃₃		主流技术专利成果转化率	(0.030,0.052,0.050)
	创新效益 MD	社会效益 MD ₁	MD ₁₁	主流技术对社会节能减排的促进作用
MD ₁₂			主流产品的就业促进作用	(0.030,0.054,0.048)
MD ₁₃			主流技术对社会技术进步的促进作用	(0.032,0.057,0.052)
技术积累效益 MD ₂		MD ₂₁	对企业新流产品研发的促进作用	(0.038,0.067,0.060)
		MD ₂₂	对主流产品生命周期延长的促进作用	(0.033,0.059,0.052)
		MD ₂₃	主流相关产品平均研发周期缩短率	(0.032,0.056,0.049)
		经济效益 MD ₃	MD ₃₁	企业经济增加值 EVA 的提升幅度
MD ₃₂			主流产品用户认可度的提升率	(0.036,0.065,0.058)
MD ₃₃			主流产品单位产值成本下降率	(0.033,0.057,0.052)

表 1 充分体现了主流创新具有的先发性、主导性和积累性特征,投入方面突出研发团队的技术水平及互补性,过程方面着重考察企业现有创新要素的协同管理能力、创新模式及市场客户关系维系能力,注重通过技术优化与改造,维持和巩固现有市场地位,效益方面关注提升主流产品社会效益并延长产品生命周期。

表 2 充分体现了新流创新的后发性、伴生性、突破性和不确定性等特征,投入方面着重衡量科研团队尖端性与擅长领域的新颖性,过程方面重点考察企业对新兴技术的敏锐感知、捕捉及研发管理能力,关注知识获取、共享、市场信息对新流创新的影响,产出和效益

方面关注新流技术的高端性、新颖性和风险性等特征,突出企业通过跨越技术轨道,催生新产业、缩短产品研发周期和产生持续创新流的目的。

基于相关分析的调查数据,运用 SPSS18.0 测算主流评价体系 MTP(3)和新流评价体系 NTP(3)准则层中 12 个评价维度的 Cronbach's α 系数,以检验指标体系信度,结果如表 3 所示。

表 3 中的第 3 列和第 4 列显示,主流与新流创新绩效评价体系中准则层 12 个评价模块的 Cronbach's α 系数均符合大于 0.7 的标准,说明经过筛选的创新绩效评价指标体系具备内部一致性,指标体系合理。

最后,应用基于有效性指标的偏差分析法检验指

标体系的有效性,计算得到主流和新流创新评价指标的综合有效性分别为 0.916 9 和 0.908 9,均大于临界值 0.85。因此,经过多轮筛选得到的绩效评价指标体系具有较高效率。

表 2 企业新流创新绩效评价指标体系 NTP(3)与指标权重

目标层	准则层	代码	指标层	指标权重	
创新投入 NA	人力投入 NA ₁	NA ₁₁	新流技术创新 R&D 人员全时当量	(0.028,0.046,0.053)	
		NA ₁₂	新流技术学术带头人人数/新流技术研究人员数	(0.026,0.041,0.046)	
		NA ₁₃	科研团队的前瞻性和擅长领域的新颖性	(0.029,0.046,0.052)	
		NA ₁₄	研发人员参加国际学术会议次数	(0.016,0.032,0.030)	
	资金投入 NA ₂	NA ₂₁	新流技术创新 R&D 资金总额/产品销售总收入	(0.028,0.046,0.052)	
		NA ₂₂	新流技术引进经费支出总额/产品销售总收入	(0.017,0.029,0.032)	
		NA ₂₃	高风险项目经费总额/新流技术创新总经费	(0.024,0.038,0.043)	
		NA ₂₄	政府资助金额/新流技术创新总经费	(0.012,0.026,0.023)	
	技术投入 NA ₃	NA ₃₁	新流技术研发设备的先进程度	(0.036,0.062,0.067)	
		NA ₃₂	通过国家或国际组织认证的实验室数量	(0.032,0.055,0.059)	
		NA ₃₃	新流技术创新中企业创新立项数	(0.030,0.050,0.055)	
	创新过程 NB	创新管理能力 NB ₁	NB ₁₁	新流创新中注重构建跨职能部门团队	(0.010,0.018,0.023)
			NB ₁₂	新流创新中技术部门对新兴技术高度敏感	(0.015,0.027,0.031)
			NB ₁₃	公司具有偏好新兴技术和风险产品研发的文化	(0.015,0.026,0.030)
			NB ₁₄	公司领导具有明确的新流创新战略	(0.012,0.025,0.025)
创新激励机制 NB ₂		NB ₂₁	技术创新中注重新兴技术的标杆管理	(0.017,0.031,0.037)	
		NB ₂₂	公司定期对员工技术创新绩效进行评估	(0.024,0.041,0.046)	
		NB ₂₃	创新机制对员工技术创新的调动作用	(0.021,0.036,0.040)	
		NB ₂₄	员工新创意和新技术建议的采纳率	(0.013,0.026,0.026)	
组织与市场创新 NB ₃		NB ₃₁	组织对外部知识的获取与吸收能力	(0.008,0.015,0.019)	
		NB ₃₂	公司具有完善的部门或员工沟通渠道	(0.010,0.018,0.020)	
		NB ₃₃	创新中挑剔和预示性顾客建议采纳率	(0.016,0.026,0.031)	
		NB ₃₄	注重新流产品用户培育和新市场创造	(0.014,0.025,0.029)	
创新产出 NC		新流产品产出 NC ₁	NC ₁₁	新流产品产值增长率	(0.025,0.042,0.041)
			NC ₁₂	新流产品销售利润率	(0.025,0.042,0.040)
			NC ₁₃	新流产品出口占比	(0.027,0.046,0.045)
	新流技术产出 NC ₂	NC ₂₁	新流产品和相关工艺专利数增长量	(0.041,0.069,0.071)	
		NC ₂₂	新流产品技术诀窍、文档增长量	(0.024,0.041,0.041)	
		NC ₂₃	最近 3 年新流产品国家标准制定参与数	(0.025,0.043,0.035)	
	新流技术市场化潜力 NC ₃	NC ₃₁	新流产品技术转让合同成交额	(0.032,0.052,0.050)	
		NC ₃₂	新流技术专利成果转化率	(0.021,0.036,0.034)	
		NC ₃₃	新流技术的突破性与新颖程度	(0.019,0.032,0.031)	
	创新效益 ND	社会效益 ND ₁	ND ₁₁	新流技术对社会节能减排的促进作用	(0.031,0.054,0.049)
			ND ₁₂	新流技术对于新兴产业的催生作用	(0.029,0.051,0.046)
			ND ₁₃	新流技术对尖端技术进步的促进作用	(0.038,0.068,0.062)
			ND ₂₁	对企业主流产品技术革新的带动作用	(0.037,0.066,0.059)
		技术积累效益 ND ₂	ND ₂₂	对新流产品开发周期缩短的促进作用	(0.035,0.063,0.057)
			ND ₂₃	产生生产高端产品和服务的持续创新流	(0.034,0.061,0.054)
ND ₃₁			新流创新效率增长率	(0.036,0.063,0.057)	
ND ₃₂			新流产品用户认可度提升率	(0.036,0.065,0.057)	
经济效益 ND ₃		ND ₃₃	新流产品单位产值成本下降率	(0.033,0.058,0.052)	

3 创新绩效评价模型构建

主流与新流创新绩效评价指标体系包含定量和定性指标,定性指标存在语言模糊和随机性特征。基于此,李德毅院士(1996)提出了能够处理模糊性和随机性的云理论,构建了解定性定量不确定性转换的云模型,并揭示了随机性与模糊性的内在关联性。

3.1 云模型及其数字特征

3.1.1 云的相关定义

定义 1^[26]:设 $U=\{x\}$ 是一个用精确数值表示的定

量论域, C 是 U 上的定性概念,若定量值 $x\in U$,且 x 是定性概念 C 的一次随机实现, x 对 C 的隶属度 $u(x)\in[0,1]$ 是具有稳定倾向的随机数,若存在:

$$u(x):U\rightarrow[0,1],\quad\forall x\in U,x\rightarrow u(x)$$

则 x 在论域 U 上的分布称为隶属云,简称为云,每一个 x 称为一个云滴,云是从论域 U 到区间 $[0,1]$ 的映射。

云由许多云滴构成,每一个云滴都是这些定性自然语言概念在数域空间中的一次实现,而这种实现都带有不确定性。所以,元素 x 与其对应隶属度之间是

一对多的关系。

表 3 企业主流(新流)创新绩效评价指标体系
MTP(3)(NTP(3))信度检验结果

准则层	指标层	主流创新	新流创新
		Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha
创新投入	人力投入	0.817	0.802
	资金投入	0.791	0.772
	技术投入	0.702	0.816
创新过程	创新管理能力	0.764	0.759
	创新激励机制	0.845	0.821
	组织与市场创新	0.865	0.787
创新产出	主流产品产出	0.739	0.769
	主流技术产出	0.831	0.746
	主流技术市场化潜力	0.757	0.806
创新效益	社会效益	0.764	0.706
	技术积累效益	0.821	0.811
	经济效益	0.788	0.808

由于正态分布广泛存在于自然界中,现实生活中许多随机现象也服从或近似服从正态分布,因此,本文假定评价指标服从正态分布。

定义 2: 设 $U=\{x\}$ 是一个用精确数值表示的定量论域, C 是 U 上的定性概念, 若定量值 $x \in U$, 且 x 是定性概念 C 的一次随机实现, 若 x 满足 $x \sim N(Ex, En^2)$, 其中 $En' \sim N(En, He^2)$, 且 x 对 C 的确定性满足函数: $\mu = \exp[-(x - Ex)^2 / 2(En')^2]$, 则 x 在论域 U 上的分布称为正态云。

3.1.2 云的数字特征

在云理论中, 整个云团通过 3 个数字特征表示, 分别是期望值 Ex 、熵 En 和超熵 He , 故将云模型表示为 $C(Ex, En, He)$ 。其中, 期望值 Ex 表示云滴在论域空间分布的期望值, 是论域的中心值, 反映最能代表定性语言的概念值, 在云图形上就是云的“最高点”, 其隶属度为 1。

熵 En 是定性概念的不确定性度量, 主要度量定性概念的模糊度及其概率。它既能代表云滴的离散程度, 又能体现云滴的取值范围, 在云图形上的表示就是云的跨度, 熵值越大, 云的跨度也越大。

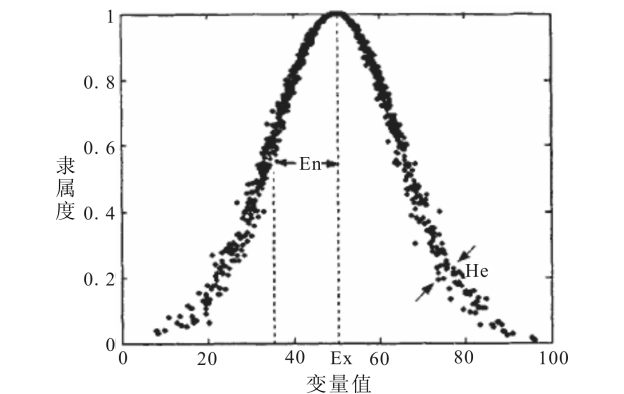


图 1 云的数字特征

超熵 He 就是熵 En 的熵, 用以表示熵的不确定性, 反映云滴的离散程度和厚度。超熵 He 值越大, 云

滴就越厚, 其隶属度的随机性也越大。可见, 云模型通过期望值、熵和超熵 3 个数字特征勾画出成千上万的云滴构成整片云, 将概念的模糊性和随机性有效集成, 实现了定性概念的定量转化。

3.2 基于正态云模型的绩效综合评价

为表述方便, 将文中构建的两个创新绩效评价指标体系称为评价指标体系。假设评价指标体系中包含 n 个评价指标, 其中, 定量与定性指标分别为 p 和 q 个, $p+q=n$, 并将每个评价指标划分为 k 个等级, 具体操作步骤如下:

(1) 确定定量指标隶属度。①通过查阅相关统计资料或问卷调查, 获取 l 个待评价企业 p 个定量指标的原始数值, 记为 $X_j = \{x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{pj}\}^T (j=1, 2, \dots, l)$, 并将每个评价指标分成 k 个等级, 即 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$; ②将各定量指标值进行等级云化。求出 l 个企业的第 i 个定量指标的最大值 $R_i^{\max} = \max\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{il}\}$, 将区间 $[0, R_i^{\max}]$ 分成 k 个子区间, 若第 j 个子区间为 $[R_j^{\min}, R_j^{\max}]$, 则可以输出 k 个子区间的标准云 $C_{ij}(Ex_{ij}, En_{ij}, He_{ij})$, 其中, 期望值 $Ex_{ij} = (R_j^{\min} + R_j^{\max}) / 2$; 熵 $En_{ij} = (R_j^{\max} - R_j^{\min}) / 6$; 超熵 He_{ij} 体现了变量的随机性, 取值不宜过大, 一般根据经验取值, 本文假设 $He_{ij} = En_{ij} / 3$, 从而形成 p 个定量指标划分为 l 个等级的标准矩阵 $C = [C_{ij}(Ex_{ij}, En_{ij}, He_{ij})]_{q \times k}$; ③确定定量指标值的等级隶属度。假设指标分布服从标准正态分布, 根据公式 $\mu = \exp[-(x - Ex)^2 / 2(En')^2]$ 和标准等级矩阵 C , 利用 MATLAB 软件编程, 测算指标属于各等级的隶属度, 软件重复运行 1 000 次, 计算隶属度的平均值, 并对同一评价指标的 k 个等级隶属度值进行归一化处理, 求得定量指标隶属度矩阵 $R_1 = (r_{ij})_{p \times k}$ 。

(2) 确定定性指标等级隶属度。先将 q 个定性指标划分成 k 个评价等级 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$, 邀请相关领域专家学者或企业负责人对被调查企业的 q 个指标进行评价; 若 N 位专家中有 n 个专家认为指标 i 隶属于等级 v_j , 则其隶属度 $\gamma_{ij} = n / N$, 由此求得 q 个定性指标的综合隶属度矩阵 $R_2 = (\gamma_{ij})_{q \times k}$ 。

(3) 确定指标体系的综合隶属度。汇总定量与定性指标隶属度矩阵 R_1 和 R_2 , 得到评价指标体系的综合等级隶属度矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times k}$ 。

(4) 确定指标权重向量和综合评价向量。邀请专家给出判断矩阵, 借鉴文献[27]和[28]的处理方法, 将判断矩阵云化, 生成基于群体决策的浮动云, 求得如表 1 和表 2 所示的各评价指标权重向量 $W = [W_i(Ex_i, En_i, He_i)]_{1 \times n}$, 然后结合步骤(3)的综合等级隶属度矩阵 R , 利用公式 $B = W \times R$ 求得被评价企业隶属于各等级的综合评价向量 $B = [B_j(Ex_j, En_j, He_j)]_{1 \times k}$ 。

(5) 确定评价结果。综合评价向量 B 中各元素的 Ex_j 值即为评价对象绩效属于第 j 个等级的隶属度, 如果企业绩效隶属于不同等级 Ex_j 值的差距较大, 则按

照最大隶属度原则确定评价等级,如果隶属度 Ex_j 值的差距较小,应采用加权隶属度原则,对等级指标数量化,将 $B=[B_j(Ex_j,En_j,He_j)]_{1\times k}$ 中各元素视为权重计算加权等级平均值,根据等级平均值判定绩效等级。

4 汽车企业主流与新流创新绩效评价实证研究

4.1 研究对象与数据获取

选择 6 个自主品牌汽车企业进行绩效评价,分别用代码 A、B、C、D、E 和 F 表示,将传统依靠汽油和柴油提供动力的创新活动视为主流创新,而将以天然气、电力和甲醇等新能源提供动力的创新活动视为新流创新。为了便于对比分析,选取的 6 个企业同时生产燃油和新能源动力车。

主流和新流创新绩效评价指标体系均包含定量与定性指标。定量指标通过访谈方式由企业部门负责人结合实际情况填写,考虑到研发活动产生的滞后性,投入数据以 2015 年为准,而产出数据以 2016 年为准。定量指标采用问卷调查方式获取,有选择性地邀请对该行业熟悉的汽车企业部门负责人、研究院专家和大学教授,由他们对汽车企业的定性指标进行评价,问卷采用 5 级李克特量表,分别用 1、3、5、7、9 代表“很差”、“差”、“一般”、“好”和“很好”5 个等级。

4.2 指标处理

限于篇幅,仅介绍 A 企业主流创新绩效评价体系

表 5 正向(负向)指标的等级化标准

指标类型	$[0, R^{max}/8]$	$[R^{max}/8, 3R^{max}/8]$	$[3R^{max}/8, 5R^{max}/8]$	$[5R^{max}/8, 7R^{max}/8]$	$[7R^{max}/8, R^{max}]$
正向指标	很差	差	一般	好	很好
负向指标	很好	好	一般	差	很差

表 6 A 企业定性指标 MA_{11} 的调查数据与等级隶属度

数据类型	很差	差	一般	好	很好
等级区间	8 752~10 003	6 252~8 752	3 751~6 251	1 250~3 751	0~1 250
等级云化	(10 003,417,139)	(7 502,417,139)	(5 002,417,139)	(2 501,417,139)	(0,417,139)
隶属度	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

重复上述步骤,求 A 企业所有主流创新评价指标隶属于各等级的综合隶属度矩阵 $R=(r_{ij})_{41\times 5}$ 。

4.3 综合评价向量确定

共邀请 10 位等权重专家给出主流创新评价指标重要性的判断矩阵,基于 3.2 节的思路,求得各评价指

表 7 6 家汽车企业主流创新绩效综合评价结果

企业	很差	差	一般	好	很好
A	(0.005,0.005,0.004)	(0.074,0.057,0.063)	(0.309,0.142,0.142)	(0.356,0.142,0.143)	(0.256,0.123,0.117)
B	(0.010,0.006,0.006)	(0.172,0.099,0.094)	(0.410,0.159,0.156)	(0.254,0.114,0.116)	(0.155,0.091,0.095)
C	(0.026,0.041,0.039)	(0.164,0.101,0.099)	(0.190,0.112,0.116)	(0.201,0.094,0.096)	(0.419,0.162,0.156)
D	(0.056,0.057,0.066)	(0.209,0.099,0.100)	(0.380,0.144,0.144)	(0.293,0.133,0.128)	(0.062,0.047,0.044)
E	(0.066,0.072,0.078)	(0.083,0.068,0.061)	(0.261,0.120,0.124)	(0.392,0.152,0.149)	(0.199,0.109,0.101)
F	(0.204,0.126,0.129)	(0.232,0.106,0.101)	(0.208,0.087,0.084)	(0.164,0.077,0.075)	(0.192,0.107,0.111)

应用相同处理方法求得 6 家汽车企业新流创新绩

中定性(MA_{13})和定量(MA_{11})指标的处理过程。

定性指标主要来自问卷调查,共收到有效问卷 20 份,专家选择的人数分布为(0,2,3,8,7),根据定性指标隶属度确定方法计算隶属度,结果如表 4 所示。

表 4 A 企业定性指标 MA_{13} 的调查数据及等级隶属度

数据类型	很差	差	一般	好	很好
选择人数	0	2	3	8	7
隶属度	0	0.1	0.15	0.4	0.35

定量数据等级云化标准与定性指标处理方法相同,也分为 5 个等级。由于绩效评价中的投入指标属于负向指标,在产出相同情况下,投入越少绩效越高,因此与正向指标的等级处理方法相反。对于正向指标,先求得 6 个汽车企业定量指标的最大值 R^{max} ,然后将区间 $[0, R^{max}]$ 划分为 5 个,即 $[0, R^{max}/8]$, $[R^{max}/8, 3R^{max}/8]$, $[3R^{max}/8, 5R^{max}/8]$, $[5R^{max}/8, 7R^{max}/8]$, $[7R^{max}/8, R^{max}]$,它们分别代表评价等级“很差”、“差”、“一般”、“好”和“很好”,正向与负向指标的等级化标准如表 5 所示。

以 A 企业的 MA_{11} 指标为例,该指标属于负向指标,按照上述等级云化思路,分 5 个区间进行等级云化,再利用公式 $\mu=\exp[-(x-Ex)^2/2(En')^2]$,结合 MATLAB 软件编程,计算指标隶属于各个等级的隶属度,为避免随机性的影响,重复计算 1 000 次,求取平均隶属度并进行归一化处理,最终求得等级隶属度如表 6 所示。

标的权重向量 $W=[W_i(Ex_i,En_i,He_i)]_{1\times 41}$,再结合 4.2 节求得综合等级隶属度矩阵 $R=(r_{ij})_{41\times 5}$,利用公式 $B=W\times R$ 求得评价企业 A 属于对应评价等级的综合评价向量 $B=[B_j(Ex_j,En_j,He_j)]_{1\times 5}$ 。同理,求得其它企业的综合评价向量,结果如表 7 所示。

效综合评价向量,结果如表 8 所示。

表 8 6 家汽车企业新流创新绩效综合评价结果

企业	很差	差	一般	好	很好
A	(0.029,0.032,0.030)	(0.148,0.105,0.102)	(0.465,0.165,0.171)	(0.269,0.117,0.112)	(0.089,0.066,0.059)
B	(0.009,0.005,0.005)	(0.303,0.141,0.138)	(0.338,0.127,0.131)	(0.221,0.105,0.105)	(0.127,0.086,0.082)
C	(0.019,0.026,0.023)	(0.393,0.150,0.148)	(0.319,0.136,0.135)	(0.207,0.112,0.114)	(0.062,0.030,0.030)
D	(0.129,0.088,0.096)	(0.071,0.045,0.049)	(0.117,0.052,0.053)	(0.283,0.124,0.118)	(0.400,0.175,0.172)
E	(0.046,0.048,0.050)	(0.099,0.056,0.059)	(0.307,0.132,0.131)	(0.442,0.163,0.163)	(0.105,0.072,0.065)
F	(0.086,0.076,0.078)	(0.184,0.099,0.100)	(0.315,0.134,0.127)	(0.280,0.109,0.111)	(0.135,0.078,0.082)

鉴于表 6 中的企业 D 与 F 以及表 7 中的企业 B、C、D 和 F,其评价等级隶属度 Ex 值间的差距较小,需应用加权隶属度公式计算加权创新绩效,并根据绩效值进行排序,具体结果如表 9 所示。

表 9 企业主流与新流创新加权绩效值及排序

企业代码	主流加权绩效	主流排序	新流加权绩效	新流排序
A	(6.576,1.661,1.628)	1	(5.484,1.338,1.315)	3
B	(5.750,1.424,1.439)	4	(5.302,1.313,1.301)	5
C	(6.647,1.724,1.690)	2	(4.800,1.163,1.169)	6
D	(5.192,1.285,1.252)	5	(6.510,1.822,1.784)	1
E	(6.156,1.580,1.532)	3	(5.922,1.480,1.456)	2
F	(4.818,1.233,1.247)	6	(5.388,1.272,1.283)	4

4.4 实证结果分析

(1)主流创新绩效方面。实证分析结果表明,自主品牌汽车企业中有 5 家企业的创新绩效界于“一般”和“好”之间($5\leq Ex_i\leq 7$),其中有 3 家企业的绩效值超过 6,排名第一的 A 企业绩效达到 6.576。可见,随着我国乘用车市场的快速发展,合资车占主导的市场局面正在因自主品牌的崛起而被打破,原来的“自主品牌主要依靠模仿”、质量差的传统印象逐渐被企业依靠自主创新、质量可靠、安全性高等新形象所取代,自主品牌汽车企业的主流创新能力有显著提升。比如在专利申请方面,入选的 6 家企业中 A、B、E 企业 2016 年的专利授权量均超过 2 000 件,其中,B 企业达到 2 941 件。在市场占有率方面,自主品牌汽车的市场占有率已经接近 50%,说明用户认可度逐年提升。只有 F 企业的创新绩效值 Ex 为 4.818,达不到“一般”水平。这是因为该企业 2003 年才进入汽车生产领域,主要采用模仿战略,缺乏技术积累,研发能力一般,产品品牌价值低,2016 年专利授权量仅 209 项,全年产值只有 400 亿,因此总体绩效一般。

(2)新流创新绩效方面。与主流创新相比,新流创新绩效总体表现一般,6 家企业中只有 D 企业的创新绩效超过 6,接近于“好”的标准。D 企业是目前我国新能源汽车领域的领军企业,2016 年其纯电动车销量超过 10 万辆,占国内新能源汽车总销量的 30.46%,同比增幅达 70%,并且在电动汽车的核心部件电池领域,该企业也处于行业领先水平。另外,E 企业的表现也比较突出,2016 年其新能源汽车销量达到 4.9 万辆,市场占有率为 14.97%,同比增幅达 85%,创新绩效达 5.992。C 企业的新流创新绩效尚未达到“一般”水平,由于企业战略问题,其在传统燃油车领域绩效表现较好,但在新

能源领域起步较晚,市场反响平淡,2016 年仅实现 4 000 多辆的销量额,总体绩效较差。

(3)主流与新流创新对企业创新绩效贡献分析。根据 6 家汽车企业主流与新流创新绩效的测算结果,将汽车企业技术创新战略分为均衡型战略和激进型战略。

采用均衡型战略的企业包括 A、B、E 和 F,共同特征是同时兼顾传统燃油和新能源领域的技术创新,企业创新效益的提升来自二元创新共同作用的结果,但以新能源为动力的汽车属于新兴产品,市场用户需要培育,目前对企业的利润贡献率较低。以 E 企业为例,其主流和新流创新绩效分别排名第 3 与第 2 位,但创新经济效益主要来自主流创新,主流与新流产品的产值比为 16:1,但是精细化到各个维度时,表 10 的数据表明,该企业在创新人力、资金、技术投入方面以及组织能力、市场创新和创新经济效益方面,新流创新绩效隶属的等级较高,说明这些维度对企业整体效益的贡献较大,而在技术市场化潜力、产品社会效益和技术积累效益方面,主流创新表现突出,这与该企业于 2009 年收购国际著名汽车品牌和专利产生的技术外溢及转移有关,其它指标对二元创新流的贡献基本持平。

采用激进型战略的企业包括 C 和 D。C 企业专注于传统动力汽车;D 企业依托自身在新能源领域的技术优势,专注于新能源汽车开发并取得良好经济效益,企业新流创新绩效排名第 1 位。2016 年该企业的电动汽车销量世界排名第 1 位,而传统燃油车的市场表现一般,市场占有率仅有 1.67%。表 11 的数据表明,企业 D 的整体创新绩效主要来源于新流创新,在创新管理能力、创新激励机制、组织与市场创新、产品和技术产出、技术市场化潜力和产品社会效益、技术积累效益和经济效益等方面,其新流创新的贡献完全超越主流创新的贡献,事实上,2015 年该企业新能源车产值已经超越传统燃油车产值。

5 结论及启示

(1)主流与新流创新绩效评价是提升企业创新资源配置效果的关键。优胜劣汰是市场调节资源配置的重要手段,在经济进入新常态背景下,国家提出旨在提高企业供给质量、矫正要素配置扭曲、扩大资源有效供给、提升企业投入全要素生产率的供给侧改革新思路。而矫正要素配置扭曲、提升创新资源配置效果的前提

是有效保障创新资源投入、企业管理水平、产品产出及效益等,条件允许下还应将创新活动细化并分别进行绩效评价。所以,将企业技术创新细分为主流与新流创新,有助于更加精准地把握企业实施多元化创新战

略时的创新资源配置效果,发现创新中存在的不足,认清企业在本行业、本技术领域的实力,在供给侧改革背景下通过优化创新配置方式和管理模式实现技术赶超。

表 10 E 企业主流与新流创新各维度绩效等级隶属度 (Ex)

隶属度 评价维度	E 企业主流各维度绩效等级隶属度 Ex					E 企业新流各维度绩效等级隶属度 Ex				
	很差	差	一般	好	很好	很差	差	一般	好	很好
人力投入	0.001	0.106	0.459	0.372	0.065	0.242	0.238	0.095	0.407	0.018
资金投入	0.658	0.003	0.206	0.135	0.002	0.108	0.446	0.302	0.000	0.000
技术投入	0.028	0.018	0.499	0.347	0.108	0.000	0.046	0.126	0.797	0.031
创新管理能力	0.015	0.093	0.221	0.483	0.187	0.000	0.107	0.337	0.453	0.104
创新激励机制	0.020	0.043	0.142	0.608	0.187	0.032	0.089	0.310	0.456	0.113
组织与市场创新	0.013	0.098	0.177	0.464	0.248	0.000	0.084	0.273	0.252	0.391
产品产出	0.000	0.142	0.533	0.001	0.325	0.000	0.000	0.330	0.670	0.000
技术产出	0.000	0.000	0.463	0.236	0.300	0.000	0.000	0.510	0.215	0.274
技术市场化潜力	0.000	0.000	0.003	0.586	0.411	0.000	0.030	0.558	0.408	0.004
社会效益	0.000	0.083	0.163	0.543	0.211	0.000	0.057	0.487	0.437	0.020
技术积累效益	0.000	0.020	0.222	0.656	0.102	0.000	0.103	0.437	0.396	0.064
经济效益	0.014	0.325	0.001	0.358	0.302	0.000	0.000	0.010	0.661	0.329

表 11 D 企业主流与新流创新各维度绩效等级隶属度 (Ex)

隶属度 评价维度	D 企业主流各维度绩效等级隶属度 Ex					D 企业新流各维度绩效等级隶属度 Ex				
	很差	差	一般	好	很好	很差	差	一般	好	很好
人力投入	0.500	0.102	0.246	0.141	0.012	0.428	0.290	0.107	0.161	0.013
资金投入	0.000	0.344	0.621	0.034	0.002	0.831	0.025	0.000	0.000	0.000
技术投入	0.020	0.205	0.596	0.120	0.059	0.017	0.067	0.117	0.169	0.630
创新管理能力	0.000	0.264	0.384	0.261	0.092	0.000	0.131	0.277	0.502	0.089
创新激励机制	0.023	0.193	0.316	0.234	0.234	0.015	0.027	0.275	0.431	0.252
组织与市场创新	0.017	0.230	0.482	0.235	0.036	0.023	0.038	0.184	0.374	0.381
产品产出	0.007	0.654	0.000	0.325	0.015	0.000	0.000	0.000	0.045	0.955
技术产出	0.000	0.000	0.234	0.766	0.000	0.000	0.000	0.000	0.074	0.926
技术市场化潜力	0.000	0.000	0.389	0.608	0.004	0.012	0.048	0.084	0.110	0.747
社会效益	0.017	0.167	0.481	0.304	0.031	0.000	0.108	0.234	0.595	0.063
技术积累效益	0.015	0.196	0.509	0.205	0.075	0.031	0.075	0.212	0.575	0.107
经济效益	0.000	0.164	0.335	0.320	0.181	0.000	0.000	0.000	0.345	0.655

(2)在创新绩效贡献方面,汽车企业呈现出以主流贡献为主、新流贡献为辅的特征。分析结果表明,A、B、C、E和F5家企业的主流创新对企业整体绩效的贡献度较大,D企业的新流创新贡献度较大。由此可见,在新能源汽车接受度不高的背景下,汽车企业的创新效益主要来自主流创新,在技术和市场竞争力本就薄弱的国产汽车领域,企业应该将主要创新资源投向主流创新领域,通过主流创新活动丰富产品线、提高国产燃油汽车技术水平、改变消费者对国产汽车的传统印象、提高传统主流产品市场竞争力。

当然,新能源汽车更符合国家低碳发展、绿色发展要求,其创新产生的社会效益远大于传统汽车的社会效益。随着国家政策的引导和扶持,消费者的消费观念也会发生变化,通过主流产品实现资本和技术积累的汽车企业必须将创新的触角延伸到新流创新领域。

(3)主流创新要素高效配置有助于提升主流创新绩效,促进新流创新的萌芽和主流向新流的跃迁。汽车行业发展史清晰展现了技术的变迁过程,由于企业间的竞争和市场需要,汽车研发部门努力改善汽车性

能、丰富汽车科技配置、提升汽车主动和被动安全性、改善发动机传动效率以及各种零部件质量等一切与汽车生产有关的主流创新活动。实践证明,国内汽车品牌从无到有、由弱到强离不开传统领域的主流创新活动。主流产品使各大汽车企业赢得口碑、实现技术积累,为创造新的利润增长点,企业开始尝试由绿色能源提供动力的新流创新活动,而这需要获得主流产品创造的利润和技术支持。所以,在自主创新过程中,企业可以通过强化主流创新孵化新流创新,通过主流技术拓展与新流技术开发并重,最终通过汇流创新实现技术跃迁。

(4)激进型创新战略是企业提升新流创新绩效的战略保障。新流创新的技术轨道有别于传统主流创新,其创新投入大、技术等级高、技术产出具有高度不确定性,所以,敢于突破传统进行新流创新的企业必然具有进攻型创新文化。如前所述,以生产二次充电电池起家的D公司进入汽车行业时,由于缺乏技术积累,在传统燃油车领域的表现并不出众,主要依靠模仿和廉价产品占领市场,但这并不具有可持续性,其产品销

量很快出现下滑。由于具备坚定的新流创新信念,企业迅速调整创新战略,随着战略重心的转移,企业凭借自身在电池领域的过硬技术,使新能源汽车很快投放市场,并通过在新流创新领域的持续创新投入,不断优化产品性能和质量,使消费者认可度显著提升,企业产品重心也逐渐向新能源汽车转移。

参考文献:

[1] GNYAWALI D R, GRANT J H. Enhancing corporate venture performance through organizational learning[J]. International Journal of Organizational Analysis, 1997, 5(1): 74-98.

[2] 朱斌, 吴佳音. 自主创新进程探索: 主流与新流的动态演进——基于福建省两家制造型企业的案例研究[J]. 科学学研究, 2011, 29(9): 1389-1396.

[3] 毕克新, 赵莉楠, 孙金花. 中小企业技术创新绩效评价研究现状和发展趋势[J]. 中国科技论坛, 2006 (9): 66-70.

[4] KANTER R M. Swimming in newstreams-mastering innovation dilemmas[J]. California Management Review, 1989, 31(4): 45-69.

[5] BADGUERAHANIAN L, ABETTI P A. The rise and fall of the merlin-gerin foundry business: a case study in French corporate entrepreneurship[J]. Journal of Business Venturing, 1995, 10(6): 477-493.

[6] EHRNBERG E. On the definition and measurement of technological discontinuities[J]. Technovation, 1995, 15(7): 437-452.

[7] EISENHARDT K M, MARTIN J A. Dynamic capabilities: what are they[J]. Strategic Management Journal, 2000, 21(11): 1105-1121.

[8] ANDERSON P, TUSHMAN M L. Technological discontinuities and dominant designs: a cyclical model of technological change[J]. Administrative Science Quarterly, 1990, 35(4): 604-633.

[9] 毛荐其, 韩景梅. 产品技术的遗传与变异研究[J]. 自然辩证法研究, 2012, 28(2): 34-38.

[10] ZHU BIN, OU WEIQIANG. Mainstream and new-stream patterns for indigenous innovation in China: evidence from local manufacturing firms[J]. Journal of Science and Technology Policy in China, 2013, 4(1): 55-70.

[11] 朱斌, 吴赐联. 主流与新流创新协同性研究——福建海源自动化机械有限公司的创新管理案例[J]. 科技进步与对策, 2016(12): 86-91.

[12] LEIFER R, OCONNOR G C, RICE M. Implementing radical innovation in mature firms: the role of hubs[J]. The Academy of Management Executive, 2001, 15(3): 102-113.

[13] CARLOS ENRIQUE ATOCHE KONG. Capability lifecycle:

cles: an insight from the Innovation capability evolution in emerging economies[J]. Innovation & Development, 2011, 1(2): 326-327.

[14] MILE T. The relationship between innovation management practice and innovation performance in the mainstream and the newstream: an empirical study of Australian organizations[C]. ANZAM, 2010.

[15] ARCELUS F J, AROCENA P. Convergence and productive efficiency in fourteen OECD countries: a non-parametric frontier approach[J]. Production economics, 2000 (66): 105-117.

[16] ALEGRE J, LAPIEDRA R, CHIVA R. A measurement scale for product innovation performance[J]. European Journal of Innovation Management, 2006(4): 333-346.

[17] 王宗军, 臧晓娟, 杨媚雅. 基于改进熵模型的企业技术创新绩效评价——以武汉市为例[J]. 技术经济, 2013(6): 10-14.

[18] CHIESA V, COUGHLAN P, VOSS C A. Development of a technical innovation audit[J]. Journal of Product Innovation Management, 1996, 13(2): 105-136.

[19] 张首魁, 苏源泉. 网络环境下基于过程的企业技术创新能力测度模型研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2007(1): 101-105.

[20] GARCIA R, CALANTONE R. A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a Literature review[J]. The Journal of Innovation Management, 2002, 19(2): 110-132.

[21] 张首魁, 党兴华. 网络环境下基于过程的技术创新能力构面及其三角模糊评价[J]. 软科学, 2007, 21(10): 102-106.

[22] MOVSHUK O. Restructing, productivity and technical efficiency in China's iron and steel industry: 1988-2000[J]. Journal of Asian Economics, 2004, 15(1): 135 -151.

[23] 杨青峰. 高技术产业地区研发创新效率的决定因素——基于随机前沿模型的实证分析[J]. 管理评论, 2013, 25(6): 47-58.

[24] 柴玮, 申万, 毛亚林. 基于 DEA 的我国资源型企业科技创新绩效评价研究[J]. 科研管理, 2015(10): 28-34.

[25] 田盈, 潘晓琳. 基于加权主成分分析的企业技术创新绩效评价模型研究[J]. 科技进步与对策, 2008(3): 130-132.

[26] LI D Y, SHI X M, WORD P. Soft inference mechanism based on cloud models[C]. Proc of the 1st International Workshop on Logic Programming and Soft Computing, 1996, 38-63.

[27] 刘志华. 区域科技协同创新绩效的评价及提升途径研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.

[28] 王洪利, 冯玉强. 基于云模型标度判断矩阵的改进层次分析法[J]. 中国管理科学, 2005 (10): 32-37.

(责任编辑: 胡俊健)