

辽宁省民营上市公司创新投入产出效率评价研究

张 波, 李小苗

(沈阳航空航天大学 经济与管理学院, 沈阳 110136)

摘要:为进一步优化民营企业现有的创新投入模式、提高产出效率,运用数据包络分析中的 BCC 模型,对辽宁省 26 家民营上市公司的创新投入产出效率进行评价分析,得出的主要结论有:辽宁省民营上市公司总体的创新投入产出不高,没有使投入资源达到效益最大化;创新效率不高的主要因素是民营企业对创新项目的投入量过多,造成规模报酬呈递减趋势,降低投入产出效率;创新效率达到 DEA 最优的多是经营规模中等的非制造业企业,这些企业的创新投入不多,但其带来的产出效益比较显著。

关键词:数据包络分析;投入产出效率;规模报酬;最优目标值

中图分类号:F272.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)01-0082-04

随着经济社会和科学技术的快速发展,社会生产方式、社会资源获得方式都受到科学技术的影响。在近几年的研究中,学者从多方面、多角度对科技创新展开了研究,尤其是对创新投入和产出效率的探讨。例如吕陶庚将苏州制造业作为研究对象^[1],从政府投入角度,分析制造业行业内部的科技创新投入产出效率的问题;崔俊富等在兰德公司国防御研究中心和世界经济论坛构建的科技创新能力分析框架的基础上进行改进,对中国、美国、日本和欧盟的技术创新实力进行探究和分析^[2];陈晓红等以我国 126 家中上市公司为样本,在中小企业技术创新影响因素模型和“成长—创新”模型的基础上,分析其技术创新能力是否与其成长性有关^[3];严焰等为了研究高新技术企业的自主创新效率,挑选浙江省为样本从行业 and 所有制两个方面进行了回归分析,指出浙江省高新技术企业的产出效率有区别,研发经费投入方面要高于科研人员^[4]。

创新效率是指创新行为的投入产出比。从现有学者的研究来看,关于辽宁省企业的创新投入产出效率研究的不是太多。吴伟以辽宁省为例,研究了科技型中小企业的开放式技术创新模式^[5];崔春艳在原有创新能力的评价指标体系中,建立符合辽宁省中小企业发展特点的技术创新能力评价体系,以此来评价辽宁省中小企业的技术创新能力^[6]。现有的研究中,尚

未发现从创新产出的角度来分析辽宁省民营上市公司的投入产出效率,结合辽宁省民营企业近年来的发展现状,利用 DEA 方法对其创新投入产出效率进行评价和分析,为创新投入产出效率提供实用的借鉴信息,从而更好的为经济发展服务。

1 研究方法

1.1 数据包络分析(DEA)

数据包络分析是一种基于线性规划的用于评价同类型组织(或项目)工作绩效相对有效性的特殊工具手段,但当被衡量的同类型组织有多项投入和多项产出,且不能折算成统一单位时,就无法算出投入产出比的数值,因而,需采用一种全新的方法进行绩效比较。这种方法就是数据包络分析(DEA),对处理多输入,特别是多输出的问题具有绝对优势的。

DEA 模型有很多种,这里重点介绍 CCR 模型和 BCC 模型。二者的主要区别是应用前提不一样,CCR 模型假设规模报酬不变,BCC 模型假设规模报酬可变。假设有 t 个被评价的同类部分,称为决策单元 DMU,每个决策单元均有 m 投入变量和 n 个产出变量。如下,其中 x_{ij} 表示第 j 个 DMU 对第 i 种输入的投入量, $x_{ij} > 0$; y_{rj} 表示第 j 个 DMU 对第 r 种输出的产出量,每一个 DMU 都有相应的效率评价指标:

收稿日期:2017-09-28

基金项目:辽宁省教育厅课题(W2015317);辽宁省社科基金重点课题(L16AGL013);辽宁省社会科学规划基金课题(L12BJY030);辽宁省社会科学规划基金(L16AJY012)。

作者简介:张波(1980—),女,辽宁沈阳人,沈阳航空航天大学,国际贸易教研室主任,副教授,经济学博士,吉林大学工商管理博士后,研究方向:国际贸易、企业管理;李小苗(1992—),女,河南焦作人,沈阳航空航天大学,研究生,研究方向:企业管理。

$$h_j = \frac{u^T y_j}{v^T x_j} = \frac{\sum_{r=1}^n u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, j = 1, 2, \dots, t$$

其中, $x_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})^T$, $y_j = (y_{1j}, \dots, y_{nj})^T$, $j = 1, 2, \dots, t$; 可以适当选取权重系数和, 使其满足: $h_j \leq 1$, $j = 1, 2, \dots, t$; 引入非阿基米德无穷小量 ϵ 、投入和产出的松弛变量 S^- 、 S^+ 后, 第 t_0 个决策单元的 BCC 模型如下:

$$\min[\theta - \epsilon(e^T S^- + e^T S^+)]$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \gamma_j X_j + S^- = \theta X_{0j} \\ \sum_{j=1}^n \gamma_j Y_j - S^+ = Y_{j0} \\ \sum_{j=1}^n \gamma_j = 1 \\ \gamma_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ S^+ \geq 0 \quad S^- \geq 0 \end{cases}$$

1.2 DEA 有效性的经济含义

DEA 的有效性定义是任何一个决策单元都会达到 100% 的效率, 即是指: 在现有的输入条件下, 任何一种输出都无法增加, 除非同时降低其他种类的输出; 要达到现有的输出, 任何一种输入都无法降低, 除非同时增加其他种类的输入。一个决策单元达到了 100% 的效率, 该决策单元就是有效的, 也即有效的决策单元。

2 创新投入产出效率评价

2.1 指标体系的建立

通过 DEA 的计算方法辽宁省民营上市公司的创新投入产出效率, 从投入和产出两方面进行分析, 构建的指标包括投入指标和产出指标。在借鉴相关研究的基础上, 结合辽宁省创新主体的实际情况, 并遵循科学性、规范性、可靠性及数据的可获得性, 设计了 2 个投入指标和 3 个产出指标。

2.1.1 投入指标

在创新主体的创新活动中, 研发资本和人力资源的投入是创新的基础, 二者相辅相成, 选择研发投入金额作为衡量创新主体的研发资本情况, 直观且准确的表现出企业的创新投入资金; 考虑到各个企业的不同情况, 没有用研发人员数量来衡量, 而是采用研发人员占企业总职工人数的比例来衡量企业的人力资源投入现状, 具有公平性和一致性。

2.1.2 产出指标

学术界对于创新活动的产出指标仍然存在争议,

尚未形成统一的体系, 参考了其他文献的研究后, 选择发明授权数量、净利润增长率、净资产收益率三个指标。用发明授权的数量而非选择专利授权数量, 是考虑到外观设计和实用新型在实践中与核心创新能力的相关性不大; 净利润增长率选择的是上市公司年度报告中体现的归属于上市公司股东的净利润增长率; 净资产收益率是企业净利润与平均净资产的比率, 反映所有者权益所获报酬的水平。

表 1 投入产出指标

一级指标	二级指标	指标变量
投入指标	研发投入金额(万元)	X_1
	研发人员占比	X_2
产出指标	发明授权数量(项)	Y_1
	净利润增长率	Y_2
	净资产收益率	Y_3

2.2 数据来源及统计

文中主要是分析辽宁省民营上市公司对创新的投入及产出效率的情况, 在国家大力营造创新氛围的环境下, 辽宁省民营上市公司近年来的创新效率是否产生显著的效益。因此数据来源主要是各上市公司的 2015 年度报告及国泰君安数据库, 企业是选择在深交所创业板和沪深上市的民营公司, 且注册地址属于辽宁省, 其中深交所创业板上市的辽宁省公司有 12 家, 选取其中 10 家; 沪深主板上市的辽宁民营公司有 30 余家, 选取其中 16 家。最终收集了 26 家上市公司的数据^[8]。

2.3 评价方法及结果

按照经济学分析, 企业进行的创新项目和活动属于规模报酬可变的范畴, 创新越来越成为企业核心竞争力的重要组成部分, 且能够以最小的投入获得最大的产出。采用软件 deap 2.1 来分析数据, 从规模报酬可变和以产出为主的角度进行处理。由于该软件在处理数据时, 要求数据不能有负数, 而指标净利润增长率和净资产收益率都涉及负增长, 因此对这两部分数据进行极小值的标准化处理。

2.3.1 技术效率评价

在数据包络分析中, 纯技术效率指的是当规模报酬可变时, 各个决策单元的效率与生产前沿面的距离; 规模效率是指当规模报酬可变时, 生产前沿面与规模报酬不变时的距离, 技术效率可用二者的乘积来表示。

从表 2 中可以得知, 技术效率平均值为 0.375, 纯技术效率平均值是 0.865, 规模效率平均值是

0.408。技术效率整体不高,只有五家上市公司是 DEA 最优,分别是:东北电气发展股份、大连天宝绿色食品、沈阳萃华金银珠宝、大连大杨创世、松辽汽车,这五家上市公司有效的原因是其投入的资金和人力资源并不是特别高,但是最大程度的发挥了资源效能,使其带来的效益比较高。

从规模报酬的角度来看,除了 DEA 最优的 5 家公司外,其余的都为 drs,即规模报酬递减,也就是说这 21 家上市公司的投入量过多,若继续增加投入,则会降低规模效率,由分析结果也可得到,影响技术效率的主要因素就是规模效率低。这 21 家上市公司的资金和人员投入比较高,一方面是其研究的需要,研究项目和工程需要一定的资金和人员来支撑;另一方面就是随着经济环境的不断变化,创新投入到产出的周期稍长,规模报酬不明显。如沈阳新松机器人自动化股份有限公司,该公司的研发资金达到 8 419.39 万元,研发人员占比是 65.65%,超过一半的人员都从事研发工作,但产出效率并不高。

表 2 5 个 DEA 有效的决策单元

DMU	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
东北电气发展股份	1	1	1	—
大连天宝绿色食品	1	1	1	—
沈阳萃华金银珠宝	1	1	1	—
大连大杨创世	1	1	1	—
松辽汽车股份	1	1	1	—
平均值	0.375	0.865	0.408	

数据来源:DEA 分析结果。

2.3.2 投入和产出冗余分析

从投入松弛变量的结果来看,若投入松弛变量为 0,则该部分投入不需要改变,反之则表明该投入过多,应减少投入。从下表可知,研发经费的投入松弛均值为 2 511.306,研发人员占比的均值为 0.093,可见辽宁省民营上市公司主要的投入量集中于资金方面,5 家 DEA 最优的公司及大连智云、沈阳蓝英、阜新德尔、荣信电力四家也没有存在冗余现象。大连天神娱乐在研发经费和研发人员占比两方面都达到最高值。辽宁奥克化学和辽宁禾丰牧业在研发人员占比方面并没有存在投入多余的情况,但在研发经费方面存在多余;在研发人员占比方面,除了沈阳新松机器人自动化和辽宁奥克化学比较严重,其余企业差别不是特别大。

整体来看,辽宁省 26 家民营上市公司目前的创新投入冗余现象比较严重,应在投入方面加以调整,

达到资源效益最大化,提高辽宁省民营上市公司创新能力;多数企业存在规模报酬递减的现象,若继续增加投入,并不会带来创新产出的明显增加,应该优化现有的投入规模,在资金和人员方面适当减少,将资源真正用在科技创新方面、精益求精、着重于提高研发效率和能力。

表 3 决策单元的松弛变量分析

DMU	投入松弛变量		产出松弛变量		
	X ₁	X ₂	Y ₁	X ₂	X ₃
沈阳新松机器人	6 375.255	0.442	0	0	0.042
辽宁奥克化学	11 603.053	0	0	0.224	0.177
大连智云自动化装备	0	0	0	0	0
沈阳蓝英工业自动化	0	0	0	0	0
阜新德尔汽车部件	0	0	0	0	0
东北电气发展股份	0	0	0	0	0
荣信电力电子	0	0	0	0	0
大连天宝绿色食品	0	0	0	0	0
大连天神娱乐	11 992.976	0.57	0	0	0.188
沈阳萃华金银珠宝	0	0	0	0	0
大连大杨创世	0	0	0	0	0
松辽汽车股份	0	0	0	0	0
辽宁禾丰牧业	3 735.799	0	0	0	0.081
均值	2 511.306	0.093	0.000	0.009	0.170

数据来源:DEA 分析结果。

2.3.3 各变量有效值分析

根据 DEA 的分析结果,可以计算各个决策单元的有效目标值。从分析结果来看,除了以上 DEA 有效的 5 家上市公司外,其余的企业都需要做出调整。分析中的规模报酬都成递减趋势,21 家上市公司都呈现出投入过多的现象,因此不需要再继续增加创新投入,而是降低投入,特别是降低资金的投入量,若研究人员的投入松弛变量为 0,则不需要调整。创新产出存在周期性,某些创新成果的延续期较长,故分析中的效率不高,伴随着研发过程的累积,创新效率也将会逐步提高。这也需要各个企业结合自身实际调整科技管理体系,进一步改善创新效率。

3 提高辽宁省民营上市公司创新投入产出效率的对策

3.1 提高研发资金的边际效率

本文采用数据包络分析模型对辽宁省 26 家民营上市公司的创新投入产出效率进行了计算,辽宁省整体的创新潜力尚未完全发挥出来,这种现象的原因并不是缺少资金和人员,反而是投入量过多,并没有达

到 $1+1>2$ 的优化效果^[9],民营企业应该反思现有的投入体系,是否存在资金和人员“放错位置”的现象。创新能力与研发能力息息相关,没有研究和开发,企业是难以提高创新水平的,通过实证分析可知,目前辽宁省民营上市公司不缺少资金,在现有基础上,可根据自身情况,建立高效、定向的技术开发中心,配备合适的研究人员,提高资金的利用效率。

3.2 以人为本,提高开发人员的研究技术水平

创新活动的特性决定了其人才素质的特殊性,如学历高、年纪轻、专业知识扎实、开拓创新和竞争意识较强,辽宁省的民营企业要利用本地高校数量多、人才多样化的优势,引进优质人才、努力留住人才;辽宁省民营上市公司的创新活动也存在研发人员的多余,但不是特别明显,可能的原因是研发人员并没有从事其擅长的创新活动。可以让研发人员自主选择创新活动,营造良好的创新氛围,研发人员在自主选择的创新活动中^[10],会积极主动的从事研发活动;也可调整研发人员的结构,使得研发团队效率最优化,不断产生新的创新技术。

3.3 发挥辽宁省的制造业优势,引领中国的“工业4.0”时代

“工业4.0”时代是德国推出的概念,其核心是“互联网+制造”,我国也相应推出了“中国制造2015”发展纲要,这三者本质内容是一致的,核心都是智能制造。在工业机器人领域,辽宁省有两大龙头企业机器人和沈阳机床,在云计算领域也有重要的东软集团,在之前的分析中,智云股份、蓝英装备在自动化装备领域都积累多年的技术经验;远大智能也在机器人领域不断钻研挖掘;荣科科技也正在向智慧医疗转型。辽宁省应该发挥现有的技术基础,在成熟领域内形成产业集群,衍生更多“工业4.0”企业,摆脱老工业发展留下的问题,向“工业4.0”时代前进。

3.4 政府建立公平的竞争环境,营造良好氛围

对辽宁省政府来说,营造一个公平公正诚信的良好发展环境,比出台优惠政策更具吸引力。政府要增强服务意识,为民营企业的创新建立公平的竞争环境,依法严惩通过不正当手段获取利润、破坏经济环境的行为。在国家鼓励发展的战略新兴领域的创业,辽宁省政府应该制定更有吸引力的鼓励扶持政策,以此激发省内优秀人才进行创业,营造开放、多元的创新氛围。

参考文献

- [1] 吕陶庚. 政府科技创新投入效率研究[D]. 南京: 南京财经大学, 2014.
- [2] 崔俊富, 张烜, 陈金伟. 中国科技创新能力综合评价[J]. 石家庄经济学院报, 2015, 38(1): 7—12.
- [3] 陈晓红, 彭子晟, 韩文强. 中小企业技术创新与成长性的关系研究——基于我国沪深中小上市公司的实证分析[J]. 科学学研究, 2008, 26(5): 1098—1104.
- [4] 严焰, 徐超. 浙江省高新技术企业自主创新投入产出效率研究[J]. 现代物业(中旬刊), 2010, 9(10): 40—42.
- [5] 吴伟. 科技型中小企业开放式技术创新模式研究——以辽宁省为例[J]. 当代经济管理, 2012(11): 71—77.
- [6] 崔春艳. 基于DEA的辽宁省中小企业技术创新能力评价研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2008.
- [7] 田文斌, 王彦. 辽宁省民营上市公司创新研究[J]. 党政干部学刊, 2015(11): 45—49.
- [8] 李婷婷, 姜和忠. 技术创新投入能力对科技型中小企业成长性的影响——对深交所创业板上市企业的实证研究[J]. 经营与管理, 2013(12): 87—90.
- [9] SIQI JIA, CHENGXIN WANG, YIFAN LI, et al. The urbanization efficiency in Chengdu city: an estimation based on a three-stage DEA model[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2017(5): 77—79.
- [10] KE LI, BOQIANG LIN. Impact of energy conservation policies on the green productivity in China's manufacturing sector: evidence from a three-stage DEA model[J]. Applied Energy, 2016(10): 168—172.

Research on Innovation Input-Output Efficiency Evaluation of Private Listed Companies in Liaoning Province

ZHANG Bo, LI Xiao-miao

(Faculty of Economic and Management Department, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: To further optimize the existing innovative investment model of private enterprises and improve output efficiency. The BCC model of data envelopment analysis is used to evaluate the efficiency of input and output of 26 private listed companies in Liaoning Province. The followings are main conclusions. Firstly, The innovation input and output of Liaoning private listed companies is not high in the overall, which did not make the investment resources maximize the benefits. Secondly, the main factor, which results a lower output efficiency, is that corporations put in too much funds in projects and a diminishing scale returns. Thirdly, Innovation efficiency to achieve the best DEA is the middle of the scale of non-manufacturing enterprises, these enterprises have not much investment in innovation, but its output benefits are more significant.

Key words: data envelopment analysis; input-output efficiency; scale returns; optimal target value