

# 股权结构与上市公司技术创新效率研究

——基于三阶段DEA与Tobit模型

郭玉晶,朱雅玲,张映芹

(陕西师范大学国际商学院,西安710119)

**摘要:**企业创新效率是影响中国企业创新能力的关键问题,内部股权结构对企业创新效率有直接影响,以中国上市公司2008—2017年的数据,基于三阶段数据包络分析(DEA)模型,在控制外部环境因素的基础上,考察了股权结构对中国上市公司技术创新效率的作用机制。研究表明:①中国上市公司的技术创新效率整体较低,均值在0.7以下,在剔除环境因素与随机干扰因素后,综合技术效率值相比没有剔除前提高了,说明企业的创新效率受到了不利环境的影响,并非是它们的管理水平低下;②环境因素对企业技术创新效率的影响显著,政府补助、外商投资、企业成立年限有利于企业创新;而行业竞争程度越高、地区企业数量越多不利于企业技术创新效率;③大股东持股与企业技术创新效率并非是单调的递增或递减关系,存在着倒“U”型关系。股权制衡度对企业技术创新效率产生了负面影响,机构投资者对企业技术创新效率为正向作用,国有企业与民营企业无论是在大股东持股或者股权制衡度中,对企业技术创新效率起到的作用并没有显著的差别。

**关键词:**三阶段DEA;股权结构;技术创新效率

**中图分类号:**F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)7—0128—11

2018年6月,美国政府发布了加征关税的商品清单,标志着中美“贸易战”的正式开始,而从加征的关税清单中可以看出,贸易战背后针对的是“中国制造2025”,也就是说贸易战的背后实质是技术战。虽然在同年12月,两国正式宣布“休战”90天,但是随着中国技术的进一步提升,外部压力必然有增无减。在中国经济经历40年高速增长以后,传统的依靠劳动密集型的生产方式难以维系。随着“人口红利”的消失,企业用工成本逐步提升,传统劳动密集型产业的比较优势正在逐步消失,许多产业都在向东南亚等其他发展中国家转移,技术进步和产业升级成为继续推动经济增长唯一的出路。在这一过程中,创新是最为关键的条件,在这一背景下,除了要尽快学习欧美国家的先进技术经验外,还需要扎扎实实地提升科技水平和进行产业升级,继续推动和改进现有的技术创新政策,才是应对美国技术战的根本战略。企业正是创新驱动战略的核心主体,技术创新是企业得以生存和发展的动力源泉,但技术创新效率不高仍然是中国企业创新的主要问题。中国社科院报告指出,中国的科技成果转化及其商品化的规模效益的比例仅为10%~15%,远低于发达国家的60%~80%。清华大学与社会科学文献出版社共同发布的《国家创新蓝皮书:中国创新发展报告(2014)》中明确提出中国创新能力与美日等发达国家的最大差距在于创新效率,而企业内部的股东与管理层作为企业创新战略的实际执行者,对企业技术创新效率具有直接的影响。因此,我国企业的技术创新效率究竟处于什么水平,股东与管理层对企业技术创新效率的作用方式是哪些?对这些问题的回答有助于进一步提高企业技术创新能力、加快促进经济增长方式的转变。

## 一、文献综述

如何激发内部股东以及管理层的创新动力是现代企业制度需要解决的重要问题,不同的治理结构会影响到企业的创新水平,从而影响着企业的创新效率。但是由于选取对象,数据以及方法的不同,目前的研究结论还有一定的分歧,主要分为以下几个方面:

(1)控股股东持股比例与企业技术创新。部分学者认为大股东持股比例与企业技术创新正相关<sup>[1-2]</sup>,也有学者提出控股方的持股比例过高时会抑制企业的创新<sup>[3]</sup>。还有学者认为控股股东类型影响企业技术创

收稿日期:2019—12—19

基金项目:教育部人文社会科学青年基金“内部治理、外部环境与企业技术创新研究”(19XJC790005);中央高校基本科研业务费专项资金项目“资源与环境双重约束下提升中国产业创新能力的路径研究”(19SZYB08)

作者简介:郭玉晶(1987—),男,河南灵宝人,博士,陕西师范大学国际商学院讲师,研究方向:技术创新;朱雅玲(1989—),女,浙江诸暨人,博士,陕西师范大学国际商学院讲师,研究方向:消费经济;张映芹(1963—)女,陕西大荔人,博士,陕西师范大学国际商学院教授,研究方向:福利经济。

新,当大股东是银行时,会对投入强度产生负面影响;但是当大股东为非财务公司时,大股东与研发投入正相关;当大股东是个人时,两者关系不显著<sup>[4]</sup>。但也有学者认为控股股东的持股比例与公司研发投入强度之间呈3次曲线关系<sup>[5]</sup>。也就是说,对于持股比例与技术创新效率的关系还不得而知,主要的原因是不同的作者选取了不同的外生变量,所得出的结果不同。可见,当大股东持股的比例全面提升之后,大股东的监督效果也会更为明显,其对经理人短视行为的抑制作用开始表现出来,企业的R&D投资也在全面提高强度;当大股东持股比例越过一定界限时,公司的绝对控制权就开始由大股东掌控,其行为也开始转为谋取私利、追求控制力。

(2) 股权制衡度与企业技术创新。目前关于股权制衡度与企业技术创新效率之间的关系,主要分为3种:第一种认为股权越集中,越有利于企业的创新<sup>[6-7]</sup>;第二种持相反看法,认为股权集中度与企业技术创新效率之间呈负相关<sup>[8-9]</sup>;第三种认为股权集中度与创新存在倒“U”型关系<sup>[10-11]</sup>。股东往往偏好于能增强其长期利益的活动,具有挑战性的技术创新活动风险大,但是对长远利益有质的影响,因此,他们愿意支持技术创新活动,并且通过投资组合分散技术创新的风险。股东可以通过增加监督成本来约束管理者的创新行为,保证自己的利益。

(3) 机构持股与企业技术创新。机构投资者不仅具有雄厚的资金实力,而且在信息搜集分析、投资决策运作等方面都比个人投资者更加专业,因此,对经营者控制的影响比较多。关于机构投资者与企业R&D投入之间的关系,研究结论也分为3种:第一种认为机构投资者有利于企业技术创新,而个人投资者则不明显<sup>[12-13]</sup>;第二种认为两者之间是负相关关系<sup>[14-15]</sup>;第三种认为两者关系并不是简单地促进或抑制关系,而是取决于外界不同环境的变化。如在不同的发展阶段,有不同的变现。还有学者认为技术创新的效率取决于机构投资者的类型,比如,指数型、成长型和价值投资型3种。不同类型的机构投资者创新效率也不同。机构投资者具有利用专业、信息及资金优势介入公司治理,进而影响到企业的创新效率。

(4) 所有权差异与企业技术创新。经过了国企改革、上市公司股权分置改革等重大举措,中国企业国有股“一股独大”的情况已逐步改变,伴随着中国经济体制改革的进一步深入,中国企业的股权结构特征将继续发生变化,公司治理范畴下的股权结构对于企业技术创新的作用机制以及影响方式还有待更深层的研究。学者认为控股股东性质不同,其对公司研发投入影响也不同,多数学者认为私有产权控股强于国有产权控股<sup>[16]</sup>。也有学者提出股权集中度的作用在不同的所有制性质的企业中作用是不同的<sup>[17]</sup>,国有企业中股权集中度的上升能够显著促进企业创新投入,家族企业中股权集中度的上升对创新投入具有显著的阻碍作用。

综上所述,已有文献对企业技术创新效率的测算多采用数据包络分析方法(DEA)或者随机前沿方法(SFA)方法,并没有考虑环境因素和随机误差的影响,并不能真实反映出企业技术创新的实际效率和管理水平,计算结果存在一定的误差。上市公司是中国企业的排头兵,对上市公司技术创新效率的研究对提升中国企业的整体创新力具有重要帮助。Fried等<sup>[18]</sup>提出的三阶段DEA方法,有效剥离了环境因素和随机误差的影响,更能反映出企业的实际创新效率水平。因此,本文将在前人研究的基础上,首先采用采用三阶段DEA模型,基于中国上市公司2008—2017年的数据,测算出去除环境因素和随机误差的情况下企业的实际技术创新效率;在此基础上,进一步使用截尾回归(Tobit)模型,从企业内部股权结构的视角研究股权结构对企业的实际技术创新效率的影响,并提出相应的对策建议。

## 二、研究设计

### (一) 三阶段DEA模型介绍

由于传统的DEA模型不能剔除随机因素与环境因素对决策单元效率评价的影响,Fried等<sup>[18]</sup>较早开始研究如何将环境因素和随机噪声引入DEA模型。因为该模型分为3个步骤,所以被学者称为三阶段DEA模型。三阶段DEA模型能够同时调整外部环境与随机误差等因素对效率的影响,使得所计算出来的效率值能更真实地反映决策单元的内部管理水平。

(1) 第一阶段:传统DEA模型。在第一阶段,本文使用经典的DEA方法进行测算,利用原始投入产出数据进行初始效率评价。DEA模型分为投入导向和产出导向的,根据具体的分析目的,可以选择不同的导向。一般而言,在大多数三阶段DEA模型运用的文献中,都选择投入导向的BCC模型。

(2) 第二阶段:运用SFA回归剔除环境因素和统计噪声。在第二阶段,本文主要关注影响效率的松弛变

量,第二阶段的松弛变量主要由管理效率、环境因素和统计噪声等构成。因此,第二阶段的主要目标是将以上的松弛变量分解成3种效应,即环境效应、管理效应和噪声效应。实现的方法是借助SFA回归,将第一阶段计算出来的各种松弛变量对环境变量和噪声变量进行回归。根据Fried等<sup>[18]</sup>的想法,构造如下类似SFA回归函数,本文以投入导向为例,公式如下:

$$S_{ni} = f(Z_i; \beta_n) + \nu_{ni} + \mu_{ni}; i = 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

其中: $Z_i$ 是投入产出的环境变量; $\beta_n$ 是投入产出环境变量的系数; $S_{ni}$ 是决策单元中,第*i*个决策单元中,第*n*项投入的松弛值; $\nu_{ni}$ 表示随机干扰因素; $\nu_{ni} + \mu_{ni}$ 是混合误差项,表示误差项对投入产出的干扰; $\mu_{ni}$ 表示企业日常管理中的管理不善对投入松弛变量的干扰。其中 $\nu \sim N(0, \sigma_\nu^2)$ 是随机误差项,表示随机干扰因素对企业投入松弛的影响。 $\mu$ 是管理无效率,假设其服从正态分布,即 $\mu \sim N^+(0, \sigma_\mu^2)$ ,表示管理无效率对投入松弛变量的影响。SFA回归的目的是为了剔除环境因素和随机干扰因素对技术效率的测量,使得所有的决策单元都能处于相同的外部环境中,因此,基于以上分析,Fried等<sup>[18]</sup>提出调整后的公式,如公式(2)所示。

$$X_{ni}^A = X_{ni} + [\max(f(Z_i; \hat{\beta}_n)) - f(Z_i; \hat{\beta}_n)] + [\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni}], i = 1, 2, \dots, I; n = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

其中: $X_{ni}^A$ 是调整后的投入; $X_{ni}$ 是调整前的投入; $[\max(f(Z_i; \hat{\beta}_n)) - f(Z_i; \hat{\beta}_n)]$ 是对外部环境因素进行调整; $[\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni}]$ 是将所有决策单元置于相同环境水平下。

(3)第三阶段:调整后的投入产出计算DEA效率。在第三阶段,通过相似SFA回归分析,将调整后的投入变量值替换原来的投入变量值,重新运用BCC模型进行效率估计,即可得到剔除环境因素和随机因素的效率值,是相对真实的效率值,这时的效率值仅受技术管理的影响。

## (二)三阶段DEA模型变量

本文主要研究的是基于微观企业层面的自主创新,在借鉴赵树宽等<sup>[19]</sup>研究的基础上,本文将创新分为研发性投入和生产性投入两个部分,同理,产出也分为技术产出和盈利产出。

### 1. 投入变量

投入因素包括人力投入因素和财力投入因素。这些因素短期内即会影响企业技术创新效率。一些经验研究表明企业的要素禀赋,即科技开发人员和R&D资金的投入强度对创新效率有重要影响。本文创新投入共有以下4个投入变量。

(1)研发技术人员(人)。相关研究一般选择R&D人员,作为上市公司技术人员的指标,技术人员作为企业投入的必备要素之一,不可或缺,因此,本文选择公司的技术人员作为创新投入要素之一。

(2)研发费用(元)。R&D资金作为投入要素之一,对企业自主创新具有重要的作用,本文选取了企业年度R&D支出总额作为衡量企业创新指标之一。研发费用(RD)一般选择R&D资本存量作为技术创新活动的资本投入指标。由于创新产品不同于一般产品,创新的当期产出不仅与当期的投入有关,也和之前的创新投入相关,也就是说过去的创新投入会对当下的以及未来的创新产出产生影响。因此,本文采用的创新产出数据与创新投入数据之间滞后两期。2007年,新的会计准则颁布和实施,准则要求上市公司必须在年报中披露“研发支出”的明细,其中就包含了研发支出的费用和人员。但是,该数据均属于流量数据,并非存量指标,而DEA模型中要求资本研发投入均属于存量指标,因此需要年报中的“研发支出”的流量指标换成存量指标。本文借鉴吴延兵<sup>[20]</sup>的“永续盘存法”,公式如式(3)所示:

$$K_{it} = (1 - \delta)K_{i(t-1)} + E_{it} \quad (3)$$

其中: $K$ 代表当年的研发资本存量; $E$ 代表研发支出; $\delta$ 代表研发资本存量的折旧率,本文参考吴延兵<sup>[20]</sup>的研究,假设折旧率等于15%; $i$ 代表不同的决策单元; $t$ 代表年份。该公式的含义为,决策单元当期的研发资本存量等于前期的资本存量减去资本折旧后的数值,同时在加上当期的研发支出。因此,首先需要计算出当期的资本存量,首先假定研发资本存量的平均增长率等于每年研发支出的平均增长率,即

$$(K_{it} - K_{i(t-1)})/K_{i(t-1)} = (E_{it} - E_{i(t-1)})/E_{i(t-1)} = g_i \quad (4)$$

将式(4)代入式(3)中,可得:

$$K_{i0} = E_{i0} \times \frac{1 + g}{g_i + \delta} \quad (5)$$

公式(5)就是由基期的研发支出计算出来的研发资本存量,该公式表明,以2008年为基期,2009—2012

年的研发支出作为平均增长率,就可以得到企业当期的研发资本存量,最后在根据公式(3)计算企业历年的研发资本存量。

(3)企业职工(人)。新技术开发出来以后,在技术产业中应用和推广的过程中,企业职工的参与是技术得以成功转化的重要因素。与R&D人员投入不同,技术转化阶段的人员活动的工作内容不是开发新技术,而是将自主创新的高技术直接应用于新产品或者生产过程,本文选取年度上市公司企业员工总数作为衡量指标。

(4)固定资产净值(元)。对于技术创新的投入形式,李济广和周玉洁<sup>[21]</sup>认为按物质类型一般可以分为人、财、物3个方面的投入。对于技术创新的物的投入,以购买实验设备和生产设备为主,因此,本文以固定资产净值来表示。

## 2. 产出变量

(1)自主创新变量。在产出指标的选择上,能够较好代表技术创新效率的指标就是专利申请量,新产品产值。由于上市公司年报中没有公布新产品产值,限于数据资料获取的途径,本文无法获得上市公司每年新产品的相关数据,因此,本文采用专利数作为企业创新产出的代表。需要说明的是,根据中国的专利制度,专利被分为3种类型,分别是发明专利、实用新型专利和外观设计专利,其中发明专利最能体现企业的真正技术水平。因此,本文采用发明专利授权量作为衡量企业创新表现的指标。

(2)企业盈利能力。企业创新最终目的是为了带来经济效益,因此,盈利能力也是创新的一个重要产出。营业收入是企业某个阶段的经营成果的体现,决定着企业未来现金流,也会影响到企业的R&D投资。

(3)托宾Q。托宾Q理论提供了企业投资支出和股票价格相互关联的理论,如果Q值比较高,那么企业的市场价值要高于资本的重置成本,企业发行较少的股票就可以买到较多的投资品,投资支出就会增加。如果Q值较低,企业的市场价值要低于重置成本,企业就不会购买新的投资品,相对的购买其他便宜的投资品,这样投资支出就会降低。由此可见,托宾Q也对R&D投资行为有影响,本文把托宾Q作为上市公司创新产出的代表。

(4)环境变量。第二阶段需剔除的环境因素也称为外部影响因素,指的是那些影响企业创新效率但不在样本主观控制范围之内的因素,学者研究认为环境变量既包括国家的扶持激励政策等总体环境<sup>[22]</sup>,也包括企业特征、市场结构规模<sup>[23]</sup>等行业特征因素。因此,本文主要选择以下6个指标作为环境变量。

①成立年限(年)。成立年限对企业创新效率的影响主要表现在企业成立时间上,在初创期,企业主要从事技术开发和新产品开发的活动,此阶段,企业研发投入大,产品销售收入少,因此,投入的比重较大。随着经济规模的扩大,当企业度过初创期后,进入稳定期后,企业除了将研发经费用于研究开发外,还需投入大量经费用于市场开拓和扩大生产能力,在这个阶段,技术研发投入的比重会有所降低。因此,企业不同的成立年限对企业的创新具有不同的影响。

②企业数量。企业数量的增加对于R&D经费和R&D人员来说是有利的,当市场中企业数增加时,企业间的竞争程度越强,企业迫于竞争压力会积极提高R&D经费,进而提高其新产品产出水平。

③赫芬达尔指数。赫芬达尔-赫希曼指数代表了市场的竞争程度,是测量行业集中度的综合指数,它是指行业中市场竞争主体的营业收入或者总资产占行业总收入或总资产的百分比。赫芬达尔指数能够比市场占有率为主的指标更加明确地衡量出市场的竞争程度。具体如式(6)所示:

$$HHI = \sum_{i=1}^N (X_i/X)^2 = \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad (6)$$

其中: $X$ 表示市场的总规模; $X_i$ 表示市场中某个企业的规模; $S_i = X_i/X$ 代表了某个企业的市场占有率; $N$ 代表某个特定行业中所有的企业数量。

④生产总值(GDP,亿元)。一般来说,地区生产总值越高的地区,对R&D人员具有较高的吸引力,R&D经费和R&D人员数量比其他地区要高,同时其创新产出也会较高。

⑤外商投资(FDI,亿美元)。外商投资会带来技术溢出效应,因此,会间接提高企业的技术效率水平。

⑥政府补助(元)。政府补助是指政府为了激励企业更多的投入研发,进而对企业进行补助。近年来政府对创新重视程度加大,导致企业加大研发力度,由于统计口径中没有专门的政府补贴数据,因此,本文采用上市公司利润表中的补贴收入作为替代。企业三阶段投入产出指标见表1。

表 1 三阶段 DEA 模型投入产出指标

基准层		指标层	变量符号	变量定义
投入变量	研发投入	研发经费投入	<i>RD</i>	上市公司年报中的研发经费
		研发人员数	<i>RDL</i>	上市公司年报中的技术人员数
	生产投入	劳动资本投入	<i>L</i>	上市公司年报中的员工总数
		生产性资本投入	<i>K</i>	永续盘存法估算固定资产净值
产出变量	技术绩效	发明专利授权数量	<i>Pat</i>	上市公司发明专利授权数
	营销绩效	主营业务收入	<i>Rev</i>	上市公司主营业务收入
	财务绩效	盈利能力	<i>Q</i>	上市公司托宾 <i>Q</i> 值
环境变量	成立年限	企业注册到报告期	<i>Registime</i>	企业注册时间到报告期
	企业数量	行业中企业数量	<i>Number</i>	行业中企业数量总计
	赫芬达指数	市场集中度	<i>Herfindal</i>	测量产业集中度的综合指数
	生产总值	地方生产总值	<i>GDP</i>	地区历年的 GDP
	外商投资	外商投资总额	<i>FDI</i>	地区历年外商投资总额
	政府补贴	上市公司补贴	<i>Subsidy</i>	政府对上市公司的补贴总额

### (三) Tobit 模型及其变量

计算出除外在环境因素和随机误差及企业的实际技术创新效率后,进一步研究企业内部因素对企业技术创新效率的影响,由于股权结构对企业的实际运营影响较大,因此,本文从股权结构的视角研究股权结构对企业技术创新效率的影响。由于企业创新效率具有大于 0 的特性,采用一般回归模型可能会导致回归结果有偏,而 Tobit 模型属于受限因变量模型,是因变量满足某种约束条件下取值的模型,可以避免这样的缺点。因此,在测算出企业的实际技术创新效率后,本文将使用 Tobit 模型验证股权结构对企业技术创新的作用机制。

#### 1. 被解释变量

企业技术创新效率(*Effect*):在计算企业或者产业效率时,多数学者采用 Malmquist 指数(MA 指数)作为创新效率的代表<sup>[24]</sup>,本文也依据惯例,采用 MA 指数代表企业技术创新效率。MA 指数最初由 Malmquist<sup>[25]</sup>于 1953 年提出,Caves 等<sup>[26]</sup>于 1982 年开始将这一指数应用于生产效率变化的测算。如今,MA 指数已经被广泛应用于金融、工业、医疗等部门生产效率的测算,并依据效率测算的结果进行国际比较方面的研究。作为企业技术创新效率的代表,本文将调整后的投入产出计算出来的 MA 指数作为被解释变量。

#### 2. 解释变量

(1) 股权集中度(*Sh1*)。用大股东持股比例来表示,本文选择第一大股东持股比例来度量股权集中度,第一大股东持股比例即第一大股东持有股票数与公司股份总数的比值。

(2) 股权制衡度(*Sh2-10*)。本文参照文芳<sup>[5]</sup>的研究,用公司年末第二大股东到第十大股东所持股权数量与总股数的比例表示股权集中度,该值越大,说明股权制衡效果越强,该值越小说明股权制衡效果越弱。

(3) 机构持股(*INS*)。参考温军和冯根福<sup>[27]</sup>,使用基金、券商、险资和 QFII 持股比例之和表示。

(4) 所有权属性,以企业实际控制人属性(*Nature*)表示。本文所涉及的产权属性根据上市公司的实际控制人属性来确定,产权属性的不同对股权结构和企业创新效率之间的关系具有显著的影响<sup>[16]</sup>。因此,根据国泰安数据库中涉及实际控制人的部分,将企业性质划分为国有和民营两类,其中,国有的实际控制人具体包含了国有企业、国有非企业单位,记为 *Nature=1*;民营企业的实际控制人包括自然人、自治组织以及外国政府等,记为 *Nature=0*。

#### 3. 控制变量

(1) 企业规模(*Size*),以期末企业资产总额的对数作为衡量指标。自熊彼特提出创新理论以来,学者就围绕“熊彼特假设”展开多种讨论,公司规模就是影响企业创新投资的重要因素。孙晓华和田晓芳<sup>[28]</sup>通过实证发现大企业比小企业具有更好的条件且会更为迫切地进行 R&D 投资和技术创新,公司规模是公司 R&D 投资的重要影响因素。尽管上述观点存在一定的分歧,但他们都认为公司规模对企业 R&D 投资有着十分重要的影响。

(2) 资本结构,以企业的资产负债率(*Debt*)来表示,主要是指企业总负债和总资产的比率,它是衡量企业经营能力的重要指标,也是评价企业经营效率的指标。学者们研究资产负债率和技术创新效率的关系,发现较高的资产负债率会给企业带来较大的偿债压力,影响到企业的正常运营;资产负债率较高的公司,可能会倾向于早日减少负债,同时减少创新活动,以获得较低的资产负债率。

(3)企业成长能力,以可持续增长率(*Growth*)表示,营业收入增长率,(本期营业收入-上期营业收入)/上期营业收入。企业成长能力反映了企业未来的发展能力,也是创新转化能力的证明。

(4)偿债能力(*LXBZ*)。利息保障倍数主要是衡量企业现金流对利息的保障能力,代表了企业对负债的偿付能力,它能够保障企业偿付债务的基本要求。不同偿债能力的企业,其创新政策也可能不同,高偿债能力的企业具有较高的现金流,可以进行较多的创新投资,但是较差偿债能力的企业则相反。

(5)盈利能力,以权益收益率(*ROE*)表示。根据清华大学对我国企业进行的问卷调查,企业普遍认为缺乏资金是技术创新和投入的一大障碍。从某种意义上讲,企业利润率越高,资金就越充裕,应该越有利于创新活动的开展。

(6)职工薪酬。以年末企业发放职工薪酬总额表示(*Salary*)。企业创新效率的水平不仅与企业技术人员有关,企业职工对创新产品的转化效率也具有重要的影响力,因此,本文以职工薪酬水平来衡量企业职工对创新的影响力。

(7)行业控制变量(*Indus*)。以《上市公司行业分类指引》作为本文的行业分类标准,根据本文所包含的行业类别设置一定个数的虚拟变量,具体而言本文有12个行业,故设置11个变量。若企业属于某行业则取1,否则取0。同理,年度变量,也是某一年设置为1,其余年份设置为0。

(8)年份控制变量(*Year*)。根据年份设置虚拟变量,如某一年设置为1,其余年份设置为0。各个变量的具体说明见表2。

表2 Tobit模型变量

类型	变量含义	变量符号	计算方法
被解释变量	技术创新效率	<i>Effect</i>	去除环境干扰因素后的效率
解释变量	大股东持股	<i>Sh1</i>	大股东持股比例
	股权制衡度	<i>Sh2-10</i>	第二到第十大股东所持股权数量与总股数的比
	机构投资者	<i>INS</i>	基金、券商、险资和QFII持股比例之和
	企业所有制属性	<i>Nature</i>	国有企业取1,非国有取0
控制变量	企业规模	<i>Size</i>	期末企业资产总额的对数作为衡量
	资本结构	<i>Debt</i>	总负债和总资产的比率
	企业成长能力	<i>Growth</i>	营业收入增长率
	偿债能力	<i>LXBZ</i>	利息保障倍数
	盈利能力	<i>ROE</i>	权益收益率
	职工薪酬	<i>Salary</i>	年末企业发放职工薪酬总额

#### (四)数据来源

随着2007年新会计准则的颁布和实施,越来越多的上市公司在年报附注中披露“研发支出(R&D expenditure)”的明细,但是由于2007年上市公司投入产出数据较少,因此,本文数据期间为2008—2017年。本研究中所需要的上市公司数据均来自于Wind和国泰安CSMAR的一般上市公司相关数据库。本文上市公司的样本选取遵循以下原则:①剔除所有者权益为负的企业和被ST、PT的企业,原因为这些上市公司的财务状况处于异常状况,将会影响研究结论;②由于研发投入具有滞后性,创新投入不能短时间见效,因此,所有的创新产出指标比创新投入指标滞后两期;③剔除主要变量数据不全的企业;④GDP与FDI数据来自地方统计年鉴。由于DEA在计算MA指数时需要企业历年数据,因此,经过筛选,企业层面的数据最终共得到10年共计2930个平衡面板样本。

### 三、实证结果

#### (一)三阶段DEA效率测算结果

##### 1. 第一阶段传统DEA结果

利用传统的DEA模型,运用DEAP2.1软件对中国上市公司历年技术创新效率进行分析,第一阶段传统效率值见表3。由于上市公司数量较多,本文无法列出全部上市公司的效率值,仅列出历年国有企业,民营企业以及全部企业历年的均值。

从表3可以得出,第一,综合技术效率反映的是企业或者决策单元对资源配置的能力、资源使用效率的能力,是一个综

表3 历年上市公司创新效率均值

年份	全部企业			国有企业			民营企业		
	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	综合技术效率	纯技术效率	规模效率
2008	0.555	0.857	0.648	0.657	0.874	0.752	0.650	0.855	0.760
2009	0.617	0.838	0.737	0.639	0.870	0.734	0.638	0.849	0.752
2010	0.648	0.836	0.775	0.664	0.873	0.760	0.650	0.837	0.776
2011	0.676	0.842	0.803	0.690	0.874	0.789	0.693	0.851	0.815
2012	0.632	0.847	0.746	0.625	0.874	0.715	0.638	0.847	0.753
2013	0.624	0.841	0.742	0.615	0.867	0.709	0.641	0.844	0.759
2014	0.619	0.839	0.751	0.621	0.871	0.725	0.654	0.845	0.752
2015	0.622	0.844	0.749	0.636	0.876	0.766	0.623	0.859	0.761

合指标。但是从表 3 可以发现,2008—2015 年中国上市公司综合技术效率较低,均值都在 0.70 以下,且呈现下降的趋势。而纯技术效率是指企业除去管理和技术外的因素,体现的生产效率相比综合效率,纯技术效率较高,且已超过 0.83 以上;但规模效率较低,除去 2011 年超过 0.8 外,其余年份均没有超过 0.8。综合技术效率与规模效率离效率前沿面尚存在一定的距离,具有较大的提升空间。这说明中国上市公司创新效率不高的主要原因是由于规模效率较低。第二,历年国有企业和民营企业的创新效率均值均为 0.64,两者之间的差别并不大,这与传统的认识有差别,之前多数学者均认为民营企业由于产权清晰,激励充足,创新效率可能会高于国有企业,但在上市公司中并未体现出来。然而,以上结果包含了随机因素和环境变量的影响,不能完全反映其实际水平。为了消除随机因素和环境变量的外生性影响保持行业间的可比性,本文采用第二阶段 SFA 进行分析并进一步验证这一结论。

### 2. 第二阶段 SFA 回归结果

分别以成立年限、企业数量、赫芬达尔指数、政府补助、生产总值以及外商直接投资为自变量建立 SFA 回归模型,运用 Frontier4.1 软件进行分析,估计结果见表 4。

由表 4 可知,外部环境因素对企业各个部门的投入冗余产生显著影响,并且在混合误差项中存在创新的非效率。似然比的检验值表明,说明该模型具有一定的复合结构,并且似然比的值较高,说明通过了检验,表明 SFA 模型对生产函数的模拟是合适的,

影响企业技术创新效率的环境因素和随机干扰因素是显著的。同时本文将继续分析各个环境因素对技术效率的影响。

具体而言:①政府补助对研发资本,研发人员和劳动投入的松弛变量均有显著的负向影响,表明政府资助有利于经费和人员的有效配置,这可能是因为政府对创新的重视程度加大,降低了创新风险,为企业创新提供了保障,企业能够大胆地使用经费和人员进行创新,减少了浪费;②行业内的竞争程度对资本投入、技术人员均具有显著的正向影响,说明了市场上行业内的竞争越激烈,越不利于企业的技术创新,原因可能是行业内存在跟风以及模仿的现象。由于盲目跟风,部分企业进入一些热门的项目,增加了行业内部的资本浪费和人员浪费;③外商投资对研发资本和研发人员均有显著的负向影响,表明外商投资能给企业带来技术溢出效应,外商在利用自己的资本组合国内技术资源降低成本上比内资更有优势,从而减少资本和人员的浪费;④生产总值对资本和人员松弛均有显著的正向影响,一般来说,地区生产总值越高的地区,对 R&D 人员具有较高的吸引力,R&D 经费和 R&D 人员数量比其他地区要高,同时造成的浪费相对也会较不发达地区多;⑤成立年限对资本和人员松弛均有显著的负向影响,表明企业成立时间越长对技术创新的开发越重视,平均来讲,企业在成长过程中,成立时间越长,其研发投资也会越多,使用研发的经验也会比较丰富,这样会在创新的过程中减少资源的浪费;⑥企业数量与行业竞争程度对资本和人员松弛的影响相同,企业数量与市场赫芬达尔指数代表的意义相同,均代表了市场的竞争程度,因此,说明当市场中企业数增加时,整个行业的研发数量也会相应增加,从而在整体上会造成创新资源的浪费。

由于各环境变量对于不同投入的影响有所不同,可能会导致决策单元处于不同的环境之中,面临的环境也不同,从而造成效率估计结果的偏差。因此,必须对第一阶段的投入变量进行调整,使所有的决策单元面对相同的环境,保证效率测度的准确性。这一结果需要应用 SFA 进行环境因素和随机因素对效率影响的剥离分析,采用第三阶段 DEA 来分析其真实的创新效率水平。

### 3. 第三阶段投入调整后的 DEA 结果

剔除环境因素和随机干扰因素对上市公司投入产出影响后,再次运用 DEA 计算得出各个企业创新综合技术效率和规模效率(表 5),与表 2 比较各决策单元(DMU)效率值变化很大。

表 4 第二阶段 SFA 回归结果

变量	研发人员松弛变量	研发经费松弛变量	劳动投入松弛变量	资本投入松弛变量
常数项	-4.05×10 <sup>3</sup>	-3.21×10 <sup>3</sup>	-6.22×10 <sup>4</sup>	-1.33×10 <sup>2</sup>
成立年限	-3.11×10 <sup>3</sup>	-3.13×10 <sup>2</sup>	-2.31×10 <sup>3</sup>	1.25×10 <sup>2</sup>
企业数量	2.03×10 <sup>3</sup>	2.05×10 <sup>1</sup>	6.79×10 <sup>4</sup>	-2.17×10 <sup>2</sup>
赫芬达尔指数	1.25×10 <sup>3</sup>	-9.34×10 <sup>3</sup>	2.35×10 <sup>3</sup>	6.98×10 <sup>2</sup>
政府补助	-1.89×10 <sup>3</sup>	-3.15×10 <sup>2</sup>	-3.11×10 <sup>3</sup>	2.32×10 <sup>1</sup>
生产总值	3.15×10 <sup>3</sup>	2.05×10 <sup>3</sup>	-1.96×10 <sup>2</sup>	4.08×10 <sup>2</sup>
外商投资	-1.93×10 <sup>3</sup>	-3.05×10 <sup>2</sup>	-3.49×10 <sup>-5</sup>	-4.18×10 <sup>3</sup>
<i>sigma</i>	2.39×10 <sup>2</sup>	5.98×10 <sup>2</sup>	3.59×10 <sup>2</sup>	8.98×10 <sup>2</sup>
<i>gamma</i>	0.999999	0.999999	0.999999	0.999999
<i>likelihood</i>	4.09×10 <sup>2</sup>	3.27×10 <sup>2</sup>	3.08×10 <sup>2</sup>	2.21×10 <sup>2</sup>
<i>LR</i>	3.08×10 <sup>2</sup>	3.28×10 <sup>2</sup>	3.55×10 <sup>2</sup>	3.08×10 <sup>2</sup>

表5 调整后的上市公司创新效率

年份	全部企业			国有企业			民营企业		
	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	综合技术效率	纯技术效率	规模效率	综合技术效率	纯技术效率	规模效率
2008	0.636	0.697	0.743	0.785	0.873	0.799	0.670	0.855	0.783
2009	0.658	0.571	0.780	0.651	0.801	0.713	0.660	0.891	0.740
2010	0.634	0.593	0.747	0.674	0.807	0.736	0.667	0.889	0.750
2011	0.694	0.732	0.823	0.819	0.873	0.839	0.743	0.903	0.823
2012	0.676	0.626	0.797	0.714	0.873	0.717	0.714	0.887	0.805
2013	0.609	0.544	0.741	0.620	0.766	0.710	0.722	0.889	0.813
2014	0.615	0.584	0.745	0.658	0.741	0.745	0.725	0.892	0.819
2015	0.611	0.664	0.801	0.677	0.756	0.789	0.719	0.889	0.808

表5为调整后的创新效率,对比表2调整前的效率值,本文发现,在2008年、2009年、2011年以及2012年,综合技术效率值相比没有调整前的提升了,也就是说剔除环境因素的影响后,效率值提升受到了不利环境的影响。效率值上升是因为规模效率的增长所致,这一现象说明上市公司之前较低的技术效率确实是由于比较不利的环境所致,而非它们的技术管理水平低。效率的上升主要是由规模效率的提升,调整前的纯技术效率并不是真实的,另外一方面也说明了现阶段中国上市公司的创新效率都是低水平的,具有较大的提升空间。2010年和2013年效率值下降,可能的原因为受到了利好环境的影响。这说明调整前上市公司的创新效率并不是真实的技术管理水平,而是受到了环境因素和随机因素的影响而被高估。

就国有企业而言,调整后的综合技术效率要高于调整前的效率。主要表现为规模效率提升了,纯技术效率降低了。说明国有企业的创新技术效率受到了不利环境的干扰,制约了技术水平的提高。在排除环境因素影响后,规模效率大幅度提高,但纯技术效率降低。就民营企业而言,综合技术效率历年均上升了,并且纯技术效率和规模效率均提升了。说明了民营企业受到了不利因素的干扰。这点与实际也相符,也就是说民营企业的纯技术效率和规模效率均被严重低估。而国有企业与民营企业对比发现,国有企业和民营企业均受到了不利因素的干扰。

## (二) Tobit 模型结果

在测算出中国上市公司的实际创新效率后,本文在计算出企业技术创新效率的基础上,通过Tobit模型验证股权结构对企业创新效率的影响效应,模型构建如式(7)所示:

$$Effect = \alpha_0 + \sum_{i \geq 1} \alpha_i Shareholder + \sum_{i \geq 1} \beta_i Controls + \varepsilon \quad (7)$$

其中: $Effect$ 代表企业技术创新效率; $Shareholder$ 代表内部股权结构; $Controls$ 代表各种控制变量; $\alpha_0$ 代表常数项; $\alpha_i$ 是股权结构的系数; $\beta_i$ 是控制变量的系数; $\varepsilon$ 代表随机误差项。

在计量分析中,本文控制了企业规模、企业负债率、企业成长速度、员工工资、利息保障以及权益收益率等指标后,结果见表6。表6中模型1验证了大股东对企业技术创新效率的影响;模型2加入了大股东的平方,来验证是否具有倒“U”型关系;模型3验证国有企业和民营企业中大股东对创新效率的影响是否具有显著的差别;模型5验证了股权制衡度对企业创新效率的影响;模型6进一步验证了国有企业和民营企业之间股权制衡度对创新效率的影响;模型7验证了机构投资者对企业创新效率的影响;模型8则进一步验证了国有企业和民营企业在机构投资者之间的区别。

(1)通过表6可以发现,大股东在模型1、模型2、模型3、模型4、模型9中系数均为正,且在10%的水平下显著。但是其二次项 $Sh1Sq$ 的系数为负,这表明大股东持股与企业技术创新效率并非是单调的递增或递减关系,存在着倒“U”型关系。这也就是说,在一定界限下,大股东持股越高对企业创新效率起到促进作用。从委托代理的视角来分析,大股东持股对股东与经理之间的代理冲突会有所缓解,但是过高的股权集中度又会带来另一类代理问题——大股东与小股东的利益冲突。当大股东持股比例越过某一临界值时,大股东有足够的控制力实施有利于自身利益的R&D投资以构建控制性资源,攫取控制权私有收益。同样的观点也得到其他学者的证实。控制性资源的聚集规模越大,控股股东就越有可能通过更大规模的资源在时间和空间维度上分配,并制定有利于自身利益目标的经营、投资、融资和分配等一系列的财务政策。当大股东持股比例继续增加时,大股东和企业的利益将被紧密地联系在一起,如果大股东进行偷盗行为,攫取企业资源,那么其成本必然会高过其所获得的收益。通过投资构建控制性资源是控制性股东攫取控制权私有收益的重要途径,在最优契约框架下,由于控制权收益与控制权成本同时存在,控制权私有收益驱动的过度投资和控制权

表 6 股权结构与上市公司创新效率

指标	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>Sh1</i>	0.031* (1.814)	0.056* (1.913)	0.035* (1.813)	0.055* (1.913)				
<i>Sh1Sq</i>		-0.018 (-1.304)		-0.109 (1.005)				
<i>Sh1×Nature</i>			0.312 (1.001)	-0.098 (-1.001)				
<i>Sh2-10</i>					-0.321*** (-3.015)	-0.124*** (-2.998)		
<i>Sh2-10×Nature</i>						-0.105 (-0.907)		
<i>Ins</i>							0.321* (1.821)	0.109 (1.109)
<i>Ins×Nature</i>								0.002 (0.458)
<i>Size</i>	0.102 (0.958)	0.105 (0.808)	0.005 (1.058)	0.012 (1.302)	-0.032 (-1.065)	-0.103 (-1.066)	-0.202 (-0.111)	-0.302 (-0.1.025)
<i>Sizesq</i>	0.401 (1.055)	0.304 (1.251)	0.314 (1.036)	0.331 (1.263)	0.505 (0.964)	0.613 (0.864)	0.605 (0.654)	0.681 (0.665)
<i>Debt</i>	-0.105* (-1.901)	-0.229* (-1.813)	-0.339* (-1.882)	-0.128* (-1.692)	-0.306* (-1.773)	-0.228* (-1.882)	-0.128* (-1.895)	-0.339* (-1.992)
<i>Growth</i>	0.002* (1.666)	0.005* (1.776)	0.004* (1.896)	0.006* (1.996)	0.004* (1.886)	0.002* (1.785)	0.003* (1.895)	0.013 (1.325)
<i>Salary</i>	-0.005* (-1.931)	-0.012* (-1.852)	-0.009* (-1.985)	-0.008* (-1.855)	-0.006 (-1.321)	-0.005 (-1.254)	-0.003* (-1.988)	-0.101* (-1.878)
<i>Roe</i>	0.056 (0.036)	0.008 (0.055)	0.022 (0.904)	0.009 (1.001)	0.101 (1.001)	0.031 (1.002)	0.028 (1.111)	0.414 (1.235)
<i>Lxbz</i>	-0.102 (-1.057)	-0.189 (-1.217)	-0.225 (-0.987)	-0.854 (-1.017)	-0.325 (-0.521)	-0.256 (-0.999)	-0.325 (-0.325)	-0.102 (-0.789)
<i>Indus</i>	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>Year</i>	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>_Cons</i>	1.541*** (3.055)	1.858*** (3.111)	0.951*** (2.988)	1.231*** (3.584)	1.224*** (3.021)	1.254*** (3.214)	1.035*** (4.251)	1.135*** (2.541)
<i>/Sigma_U</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>/Sigma_E</i>	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098
<i>Rho</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示回归系数在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著；小括号为回归系数所对应的 T 值。

私有成本导致的投资不足将同时对企业的绩效产生不同程度的影响。

从股权比例来看,不同类型股东的价值取向和目标是不同的。控股股东的目标是通过长期稳定的业务发展获得盈利;而中小股东大多是短期利润为目标,并不真正关心公司的长期发展。然而,技术创新恰恰是与企业的长期发展有关,因此,控股股东比少数股东更多地关注技术创新。控股股东在公司中占有较大的股权份额,技术创新如果成功,控股股东将获得更大的收益,同时失败的风险也更大,所以他们会更加注重监控技术创新的过程,主要看重创新的盈利能力和未来的成长性。同时,公司的大股东为提高长期盈利能力参与企业决策行为更为热情,企业的研发费用和股权集中度中有很强的正相关关系,这表明第一大股东往往加大研发投入,以获取高额回报和长期企业盈利能力。

(2) 股权制衡度也被称为股权集中度,对公司经营决策、公司资源的配置以及公司的技术效率有着重要的影响。模型 5、模型 6、模型 9 检验了股权制衡度对企业创新效率的影响,结果显示,系数显著为负,说明股权制衡度高对当下的企业创新效率产生了负面影响。股权过于分散,使单一股东增加监督成本,缺乏积极参与公司治理和价值创造活动的动力。我国的治理机制尚不完善,如果股权过于分散,更有可能导致公司治理缺乏效率,管理层过于强势,不利于技术创新活动。但是,也有学者认为,股权过于集中虽然能减少股东和管理层之间的信息不对称,但股东对于管理层实施的监控也就过强,管理层对企业在技术创新活动的投资将会受到干扰,技术创新的数量和质量会削弱,在技术创新财务绩效上的表现也就越弱。因此,股权集中度太高也不利于企业改善技术创新绩效。本文认为当公司股权比较分散和高度集中时,企业的研发投入都较低,只有股权适度集中时,既克服了中小股东“搭便车”的行为,又加强了对企业的监督管理,使公司所有者和经营者利益一致,共同关注企业的长期发展,此时,企业研发投入水平最高,技术创新能力最强。当控股股东与中小股东的利益不一致,甚至产生冲突时,控股股东可能会因为“道德风险”而罔顾企业的日常经营,特别是

技术创新活动等。同样地,国有控股企业对企业创新效率没有通过显著性检验,也就是说国有和民营企业的创新效率差别并不明显。

(3)机构投资者对企业创新效率为正向作用,在企业技术自主创新过程中,风险资本作为企业技术自主创新过程中的一种新型的资本市场投资方式,能较好地弥补企业技术自主创新过程中现行融资制度和现行融资模式的缺陷,为那些创业型的中小企业或者中小型的高新技术企业的科研成果和创业型的中小企业或者中小型的高新技术企业的技术项目提供了有效的筛选和市场化发展的途径。在我国经济发展的过程中,由于我国经济发展的不平衡性和体制上的特殊性,我国的上市公司已经成为我国经济发展中的一支重要生力军,但中小型的高新技术企业具有新兴的、高层次的、尚未完全成熟定型的特点,因此,这类中小型的高新技术企业本身是不成熟的,而且其未来的发展还需要一定的时间。在这种条件下,传统的商业银行或者其他类型的金融机构往往不愿意为这类中小型的高新技术企业提供资金支持。机构投资者的介入,为上市公司尤其是中小型的高新技术企业技术自主创新提供了重要的资金支持,从而促进了企业的快速发展。

(4)已有的研究表明,股权性质差异会对企业R&D投资行为产生不同的影响,根据最终控制人类型的不同,上市公司可分为国有控股上市公司、民营控股上市公司、外资控股上市公司、集体控股上市公司、社会团体控股上市公司、职工持股会控股上市公司6类。国有具体包含实际控制人为国有企业、国有非企业单位。民营包括外国政府、自治组织和自然人等。公众企业没有实际控制人归为民营,其他企业实际控制人多数是高校,归为国有。模型3、模型4、模型6、模型9分别检验了控股性质对企业创新效率的差异。但是结果并未统一,并且影响微弱,这意味着国有企业无论是在大股东持股或者股权制衡度中,并没有显著提高国有企业的创新效率。国有控股上市公司大多是由国有企业改制而来,为了保持国家的控制力,一般国有股权在其中占据很大比例,并且国有股在股权分置改革前是不能上市的。一方面,国有企业不仅是以盈利为目标,还要肩负起发展地方经济、促进就业和稳定的社会责任,这都有可能会导致国有企业对创新的影响。

另外,根据科斯提出的产权理论,私有企业的产权所有人享有企业的剩余利润占有权,所有私营企业的拥有者或者实际控制人有着更强的自我激励动机去不断提高企业的效益。因而私有企业相比较于国营企业,拥有更强烈的欲望去追求更高的利润。研发创新更加有利于企业长期稳定的获得高额利润,而作为获取高利润的一种行之有效的,自然也会在私营企业中得到更多的重视和加强。

(5)其他控制变量。企业规模在模型1~模型4中的系数为正,但在模型5~模型8的系数为负,说明企业规模对企业创新效率的影响作用尚不明显。盈利能力变量在置信水平上表现出显著性,且系数为正,说明企业利润率越高,越有利于研发活动的开展,投入越多。这体现了研发活动与企业利润之间的互动关系,即当企业有超额利润率时,将会有充足的资金来支持企业的研发活动,然后企业通过研发活动进行技术革新也能有效的提升企业的利润空间,这样一种互动关系将使企业走上良性发展的道路。利息保障倍数的估计值为负,说明现金流状况对企业创新效率投资决策的影响不明显,现金流状况在R&D投资决策中并不是像我们想象的那样起着举足轻重的作用,R&D活动对内部现金流的依赖性不高。

#### 四、结论与启示

本文以中国上市公司为例,首先,基于三阶段DEA方法实证测算了中国上市公司的技术创新效率,并对去除环境因素和未去除环境因素的效率进行了对比;其次,基于Tobit模型验证了股权结构对去除环境因素后创效效率的影响。结论如下:

第一,在剔除环境因素与随机干扰因素后,综合技术效率值相比没有剔除前提高了,说明企业的创新效率受到了不利环境的影响,并非是它们的管理水平低下。效率的上升主要是因为规模效率的提升,也就是说调整前的纯技术效率并不是真实的,另外一方面也说明了现阶段中国企业的技术创新效率具有较大的提升空间。无论是国有企业或者民营企业,纯技术效率或规模效率均被严重低估,但是调整后的民营企业创新效率值提升幅度要远大于国有企业。第二,环境因素对企业技术创新效率的影响显著。在企业所处的外在环境影响中,政府补助、外商投资、企业成立年限对研发资本和研发人员等松弛变量具有显著的负向影响,表明以上变量有利于企业创新;而行业竞争程度、地区生产总值与企业数量对人员和经费的影响为正。第三,大股东持股与企业技术创新效率并非是单调的递增或递减关系,存在着倒“U”型关系。也就是说,在一定界限下,大股东持股越高对企业创新效率能起到促进作用。股权制衡度对企业技术创新效率产生了负面影响,制衡度越高,企业最终决策的效率越低,因此,不利于企业技术创新效率。机构投资者对企业技术创新效率为正向作用,机构投资者相比私人投资者,收集信息能力更强,且具有专业的背景,因此,能够对技术创新效率起到促进作用。国有企业与民营企业无论是在大股东持股或者股权制衡度中,对企业技术创新效率起到的

作用并没有显著的差别。

基于以上结论,得到的政策启示:第一,应对不同控制权性质的企业进行区别对待,具体而言,针对国有企业,为克服股权过度集中和“内部人”控制导致管理者薪酬组合的扭曲和自主创新投资的不足,应适当降低企业的股权集中度;面对非国有企业,应该发挥大股东对经理的监督作用,同时防止大股东自利的“掏空行为”,将企业的股权集中度控制在合理区间。第二,进行企业所有制的改革,建立多元化的产权结构。国有企业一般应在风险高、投资大,并关系国家安全的重大高新技术研发领域具有主导地位。而外资和民营企业一般是高新技术研发的主导力量,但其总体规模小,创新能力低。改革企业的治理结构,建立多元的产权结构和有效的激励机制,促进企业技术创新效率的提升。第三,政府在企业技术创新效率的活动中,起到独特的调节作用,既要矫正“市场失灵”,也要较少对企业的行政干预。政府应该不断通过市场化改革,使得企业成为创新的主体,为企业创新营造良好的市场制度环境。建立完备的知识产权保护法律法规,强化知识产权的监督和执行机构,确保企业创新有一个良好的外部制度环境。

### 参考文献

- [ 1 ] 鲁桐, 党印. 公司治理与技术创新: 分行业比较[J]. 经济研究, 2014, 38(6): 115-128.
- [ 2 ] SONG J, WEI Y S, WANG R. Market orientation and innovation performance: The moderating roles of firm ownership structures[J]. International Journal of Research in Marketing, 2015, 32(3): 319-331.
- [ 3 ] MINETTI R, MURRO P, PAIELLA M. Ownership structure, governance, and innovation[J]. European Economic Review, 2015(80): 165-193.
- [ 4 ] LEPETIT L, MESLIER C, STROBEL F. Bank dividends, agency costs and shareholder and creditor rights[J]. International Review of Financial Analysis, 2018(56): 93-111.
- [ 5 ] 文芳. 股权集中度、股权制衡与公司 R&D 投资——来自中国上市公司的经验证据[J]. 南方经济, 2008, 31(4): 41-52.
- [ 6 ] 张俊丽, 金浩, 李国栋. 企业技术创新的公司治理驱动因素研究[J]. 现代管理科学, 2015, 42(10): 106-108.
- [ 7 ] 孙早, 肖利平. 产业特征、公司治理与企业研发投入——来自中国战略性新兴产业 A 股上市公司的经验证据[J]. 经济管理, 2015, 38(8): 23-34.
- [ 8 ] CZARNITZKI D, KRAFT K. Firm leadership and innovative performance: Evidence from seven EU countries[J]. Small Business Economics, 2004, 22(5): 325-332.
- [ 9 ] LEE P M, O'NEILL H M. Ownership structures and R&D investments of U. S. and Japanese firms: Agency and stewardship perspectives[J]. Academy of Management Journal, 2003, 46(2): 212-225.
- [ 10 ] 冯根福, 温军. 中国上市公司治理与企业技术创新关系的实证分析[J]. 中国工业经济, 2008, 35(7): 91-101.
- [ 11 ] 杨德伟. 股权结构影响企业技术创新的实证研究——基于我国中小板上市公司的分析[J]. 财政研究, 2011, 38(8): 56-60.
- [ 12 ] CONNOLLY E, FOX K J. The impact of high tech capital on productivity: Evidence from Australia[J]. Economic Inquiry, 2006, 44(1): 50-68.
- [ 13 ] SHAPIRO D, TANG Y, WANG M. The effects of corporate governance and ownership on the innovation performance of Chinese SMEs[J]. Journal of Chinese Economic & Business Studies, 2014(4): 311-335.
- [ 14 ] EDWARD J, JO D. R&D project announcements and the impact of ownership structure[J]. Applied Economics Letters, 2003, 10(14): 933-936.
- [ 15 ] 杨德伟. 股权结构影响企业技术创新的实证研究——基于我国中小板上市公司的分析[J]. 财政研究, 2011(8): 56-60.
- [ 16 ] LAZONICK W. From innovation to financialization: How shareholder value ideology is destroying the US economy[J]. Finance, Innovation & Growth, 2011(8): 55-69.
- [ 17 ] 李靖, 蒋士成, 费方域. 不完全合同下企业研发外包的控制权配置研究——基于研发路径转移的视角[J]. 科学学研究, 2012, 35(11): 1715-1722.
- [ 18 ] FRIED H O, LOVELL C A K, SCHMIDT S S, et al. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2002, 17(1): 38-49.
- [ 19 ] 赵树宽, 余海晴, 巩顺龙. 基于 DEA 方法的吉林省高技术企业创新效率研究[J]. 科研管理, 2013, 42(2): 39-45.
- [ 20 ] 吴延兵. 中国工业 R&D 产出弹性测算(1993—2002)[J]. 经济学: 季刊, 2008, 35(3): 100-121.
- [ 21 ] 李济广, 周玉洁. 我国银行金融机构所有权结构效益效率比较分析[J]. 管理学报, 2012, 35(4): 70-74.
- [ 22 ] 沈能, 潘雄锋. 基于三阶段 DEA 模型的中国工业企业创新效率评价[J]. 数理统计与管理, 2011, 36(5): 846-855.
- [ 23 ] 刘志迎, 叶蓁, 孟令杰. 我国高技术产业技术效率的实证分析[J]. 中国软科学, 2007, 32(5): 139-143.
- [ 24 ] 董晓庆, 赵坚, 袁朋伟. 国有企业创新效率损失研究[J]. 中国工业经济, 2014, 36(2): 97-108.
- [ 25 ] MALMQUIST S. Index numbers and indifference surfaces[J]. Trabajos De Estadística, 1953, 4(2): 209-242.
- [ 26 ] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, DIEWERT W. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity[J]. Econometrica, 1982, 50(6): 1393-1414.
- [ 27 ] 温军, 冯根福. 异质机构, 企业性质与自主创新[J]. 经济研究, 2012, 36(3): 53-64.
- [ 28 ] 孙晓华, 田晓芳. 企业规模, 市场结构与创新能力——来自中国 37 个工业行业的经验证据[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2009, 30(2): 29-33.

## Equity Structure and Research on Technology Innovation Efficiency of Listed Companies : Based on Three-stage DEA Method

Guo Yujing, Zhu Yaling, Zhang Yingqin

(International Business School of Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

**Abstract:** Enterprise innovation efficiency is a key issue that affects the innovation capacity of Chinese enterprises. The internal shareholding structure has a direct impact on enterprise innovation efficiency. Based on the data of Chinese listed companies from 2008 to 2017, based on the three-stage DEA model, it is based on the control of external environmental factors. In the previous section, we examined the mechanism by which the shareholding structure affects the technological innovation efficiency of Chinese listed companies. The results show that: ①The technical innovation efficiency of Chinese listed companies is low overall, with an average value below 0.7. After excluding environmental factors and random interference factors, the overall technical efficiency value is improved compared with before the removal, indicating that the company's innovation efficiency has been affected. The adverse environmental impact is not due to their poor management level. ②Environmental factors have a significant impact on the efficiency of technological innovation of enterprises. Government subsidies, foreign investment, and the period of establishment of the enterprise are conducive to enterprise innovation. While the higher the degree of industry competition, the greater the number of regional enterprises is not conducive to the efficiency of enterprise technological innovation. ③The shareholding of major shareholders and the efficiency of technological innovation of enterprises are not a monotonous increasing or decreasing relationship, and there is an inverted "U" relationship. The degree of equity checks and balances has a negative impact on the efficiency of technological innovation of enterprises. Institutional investors have a positive effect on the efficiency of technological innovation of enterprises. State-owned enterprises and private enterprises, regardless of whether they are held by large shareholders or the degree of checks and balances of equity, affect the efficiency of technological innovation of enterprises. There is no significant difference.

**Keywords:** three-stage DEA; shareholding structure; technological innovation efficiency

(上接第 111 页)

## Unbalanced Development of Urban Logistics and Its External Effects: Take the Sample of Shaanxi Province as an Example

Chen Heng, Liu Ke, Yang Fan

(School of Management, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** Unbalanced development of logistics is not conducive to regional economic coordination. Taking the core area of "Silk Road Economic Belt" as a sample,  $\alpha$ -convergence model,  $\beta$ -convergence model and panel quantile regression method are used to measure the unbalanced development situation of logistics in Shaanxi Province, and its impact on economic growth is analyzed. The results show as follows. ①The unbalanced development of logistics passenger transport factors agglomeration capacity between Guanzhong and Northern Shaanxi cities has a faster mitigation rate, while the mitigation rate between Northern Shaanxi and Southern Shaanxi cities is slower. The speed of mitigation of the unbalanced development of logistics and freight factors agglomeration capacity between Northern Shaanxi and Southern Shaanxi cities is faster, and that between Guanzhong and Northern Shaanxi cities is slower. The unbalanced development of logistics and freight accessibility between Guanzhong and Northern Shaanxi cities has a faster mitigation rate, while the mitigation rate between Guanzhong urban agglomeration is slower. ②The inhibitive effect of unbalanced logistics passenger transport accessibility on economic growth is shrinking, while the inhibitive effect of unbalanced logistics freight factor agglomeration capacity is the strongest. The key to alleviate the unbalanced development of urban logistics in Shaanxi Province is to promote the increased agglomeration ability of logistics freight factors. ③Accelerate the construction of the central cities of Northern Shaanxi and Southern Shaanxi around the "Silk Road Economic Belt", increase the scale of export trade. Further improve the scale of the construction of the first or second-class highway, and gradually reduce the toll rate of high-speed road, can effectively promote the gathering capacity of urban logistics and freight factors in Shaanxi Province. In the process of accelerating the development of service industry, more attention should be paid to the cultivation of service industry format, deepen the construction of industrial chain, and expand the industrial chain around the core industry of service industry, so as to improve the transportation vitality in Shaanxi Province and promote the gathering capacity of logistics and freight factors in Shaanxi Province.

**Keywords:** urban logistics; unbalanced; external effect; economic growth