

究竟哪些因素决定了中国企业的技术创新

——基于九大中文经济学权威期刊和A股上市公司数据的再实证

冯根福, 郑明波, 温军, 张存炳

[摘要] 大量的经济学实证文献从不同视角对中国企业技术创新的主要影响因素进行了探讨,然而得出的结论却是众说纷纭。本文通过引入统计显著性因素拓展了现有的经济重要性衡量指标,首次提出和重新设计了一种分析和评价经济变量重要性的贡献度指标;然后,运用本文重新设计的贡献度指标,基于九大中文经济学权威期刊2008—2018年期间发表的172篇有关中国企业技术创新影响因素分析的实证文献,使用1457家中国A股上市公司的数据,对从上述文献中分析提炼出来的影响中国企业技术创新的主要因素相对重要性进行了再实证分析,从中发现了决定中国企业技术创新的关键因素及其在不同产权性质和不同行业企业中的差异性。结果显示,企业规模是决定中国企业技术创新的关键内部因素,而地区金融发展水平、产业结构和产权保护水平是决定中国企业技术创新的关键外部因素;相比于国有企业和非高新技术行业企业,金融发展水平对民营企业 and 高新技术行业企业技术创新的影响表现得更为重要;而在国有企业和非高新技术行业企业技术创新中,地区产业结构则更为关键。因此,中国未来促进企业技术创新能力提高的政策着力点应放在做强做优做大企业、继续深化金融供给侧结构性改革、加快发展现代产业体系以及不断完善产权保护制度等方面。

[关键词] 企业技术创新; 影响因素; 经济重要性; 统计显著性; 专利申请

[中图分类号]F124 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2021)01-0017-19

一、引言

改革开放以来,中国科技发展和企业技术创新取得了举世瞩目的成就。但是也应清醒地认识到,与建设世界科技强国的目标和要求相比,中国仍然存在技术创新能力还不够强的矛盾和问题,创新能力还不能适应高质量发展的要求。面对当今世界正经历的百年未有之大变局、新一轮科技革命和产业变革深入推进的新形势,以习近平同志为核心的党中央对中国科技创新和企业技术创新

[收稿日期] 2020-07-03

[基金项目] 国家社会科学基金一般项目“垄断行业和垄断行业国有企业引入不同类型民营资本的社会福利研究”(批准号14BJY002);国家自然科学基金面上项目“经济制裁对中国技术创新的影响机制、效果及对策——基于省级面板数据的研究”(批准号72074176)。

[作者简介] 冯根福,西安交通大学经济与金融学院教授,博士生导师,经济学博士;郑明波,西安交通大学经济与金融学院博士研究生;温军,西安交通大学经济与金融学院教授,博士生导师,经济学博士;张存炳,郑州大学商学院客座教授,博士生导师,经济学博士。通讯作者:张存炳,电子邮箱:cpchangxj@163.com。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,当然文责自负。

能力提出了新的要求。党的十九届五中全会明确提出,“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,把科技自立自强作为国家发展的战略支撑”“要强化国家战略科技力量,提升企业技术创新能力”。企业是技术创新决策、研发投入、科研组织、成果转化的核心主体,因此,快速提升企业技术创新能力,对于加快建设科技强国,实现党的十九届五中全会提出的“十四五”规划和二〇三五年远景目标至关重要。

如何提高企业技术创新能力一直是中国经济学界关注的一个焦点和热点话题。罗润东和李超(2016)通过分析2015年中国经济学的研究现状和研究热点发现,创新是多个热点研究领域的关键词。延续该文视野,本文通过统计2008—2018年《经济研究》《管理世界》《中国工业经济》《经济学(季刊)》《金融研究》《世界经济》《数量经济技术经济研究》《财贸经济》《经济管理》九大中文经济学权威期刊有关企业技术创新文献发现,中文权威期刊刊发的企业技术创新实证文献总体呈现出不断增长的趋势。^①从这些文献可以看出,中国众多学者从不同角度探究了中国企业技术创新的主要影响因素,包括企业规模(周黎安和罗凯,2005)、公司治理(冯根福和温军,2008)、市场竞争(张杰等,2014)、政府补贴(郭玥,2018)、金融发展(钟腾和汪昌云,2017),等等。这些研究为理解和把握中国企业技术创新的影响因素提供了有益视角和良好基础。

尽管国内学者发表了大量关于中国企业技术创新影响因素的文献,但是这些研究得出的结论却是众说纷纭,莫衷一是,而基于不同结论提出的政策建议更可谓五花八门。从逻辑上讲,虽然影响中国企业技术创新的因素有很多,但是各种影响因素的相对重要性各不相同。本文认为这些因素绝不可能都是主要影响因素,其间必然有主次之分。于是这就提出一个问题:既然已有研究发现了许许多多影响中国企业技术创新的因素,那么,究竟哪些因素是影响中国企业技术创新的关键因素呢?令人遗憾的是,截至目前,还没有任何文献对这个问题进行探讨和解答。然而,科学解答这个问题,对于正确理解和把握中国企业技术创新的关键影响因素以及制定科学可行的企业技术创新能力提升政策等有着重大的意义。

迄今,学术界尚未发现和建立一种科学合理的评价变量相对重要性的方法。正如Sterck(2018)所指出的,已有评价变量经济显著性(也称经济重要性)的方法(如标准化系数、夏普值)大多存在明显的估计偏误,不能科学有效地评估解释变量对于被解释变量的相对重要性。尽管学术界在评价变量相对重要性的方法上做出了一定努力,但尚未形成公认合理的评价指标。就目前的文献看,Sterck(2019)通过公理化方法分解计量模型的拟合优度,基于单个变量的拟合优度提出了评价变量经济重要性的指标,为评价变量相对重要性的方法论提供了新的发展方向。但Sterck(2019)提出的指标与已有评价变量经济重要性的方法依然面临着一个矛盾,即变量的经济重要性与统计显著性常常出现不匹配的情形。具体讲,变量可能具有经济重要性,但无法通过传统的统计检验,不具有统计显著性,从而违背了计量经济学中统计显著即影响明显的常理,导致不能合理准确评价变量的相对重要性。出现这一矛盾的根源在于,既有评价变量相对重要性的方法论文献仅从经济含义出发构建评价指标,没有考虑变量的统计显著性,导致已有方法不能同时兼具经济重要性和统计显著性。可见,单从经济重要性或统计显著性判断变量的相对重要性可能存在二极化取舍的问题,科学评估中国企业技术创新的关键影响因素还需要综合考虑变量的经济重要性与统计显著性。因此,如果要科学评估中国企业技术创新的关键影响因素,首先需要从评价解释变量相对重要性的方法上实现突破。

基于上述认识,本文改进了评价变量相对重要性的方法,重新设计了贡献度指标,并运用改进和重新设计的贡献度指标,基于中国九大经济学权威期刊2008—2018年期间发表的172篇有关中

^① 具体数据见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

国企业技术创新影响因素分析的实证文献,使用1457家中国A股上市公司的数据,再实证和重新评估了决定中国企业技术创新的关键因素。研究结果显示:①企业规模是决定中国企业技术创新的关键内部因素,这一结果不随企业产权性质或行业特征发生改变;②金融发展水平、产业结构和产权保护是决定中国企业技术创新最为关键的三个外部因素,而其余外部因素的作用则相对较弱;③相较于国有企业和非高新技术行业企业,金融发展水平对民营企业 and 高新技术行业企业技术创新的影响更为突出;④对国有企业和非高新技术行业企业而言,地区产业结构对其技术创新的决定作用表现得更加明显。

与已有文献相比,本文的边际贡献主要体现在以下三个方面:①研究方法上,通过引入统计显著性因素,改进和重新设计了评价变量相对重要性的指标。现有文献在评估变量的经济重要性时大多使用标准化系数或夏普值方法(Sterck,2018),其结果可能与传统的统计显著性相矛盾。本文通过引入统计显著性因素,拓展了Sterck(2019)的经济重要性指标,提出和重新设计了评价变量重要性的贡献度指标,从而为分析经济变量的主要影响因素和评价解释变量的相对重要性提供了一种新的方法。②研究视角上,本文探寻了中国企业技术创新的关键影响因素,拓展了企业技术创新的相关文献。既有文献大多从个别因素入手,考察其对中国企业技术创新的影响,而本文则对现有文献所发现的众多影响因素进行了综合再实证。③研究发现上,本文基于手工整理的27个不同层面企业技术创新的影响因素,利用新设计的贡献度指标对影响中国企业技术创新的关键因素进行了再实证检验,最终发现了决定中国企业技术创新的关键影响因素及其在不同产权性质和不同行业企业中的差异性。本文的发现不仅是对现有文献涉及的全部影响因素集合分析之后得出的新子集,而且是对现有文献涉及的所有影响因素集合的一次再提炼和新升华。本文的发现为制定切实可行的新时代背景下中国企业技术创新能力提升政策提供了具有重要参考价值的理论依据。

本文余下部分结构安排如下:第二部分基于现有的中国企业技术创新相关实证文献选取主要的影响因素;第三部分在分析现有评价变量经济重要性指标的优缺点与不足的基础上,提出并重新设计了贡献度指标,并介绍了再实证检验的数据来源与变量;第四部分报告中国企业技术创新决定因素再实证检验的结果,主要讨论中国企业技术创新的关键影响因素以及结果是否因产权性质与行业特征存在差异;第五部分为主要结论与政策启示。

二、中国企业技术创新影响因素的选取

改革开放以来,尤其是2008年后,围绕中国企业技术创新的影响因素,中国经济学界进行了大量探索和研究,取得了丰硕的研究成果。为了直观地了解现有文献中企业技术创新的主要影响因素,本文手工收集了2008—2018年期间九大中文经济学权威期刊上有关企业技术创新的实证文献,并整理了影响中国企业技术创新的相关因素。本文选取的九大中文经济学期刊是《经济研究》《管理世界》《中国工业经济》《经济学(季刊)》《金融研究》《世界经济》《数量经济技术经济研究》《财贸经济》《经济管理》。^①在选取企业技术创新实证文献过程中,本文删除了部分不合适的文献,如企业技术创新的纯理论研究文献;再如题目涉及企业技术创新,但实际使用行业或地区数据进行分析的文献;还有使用了企业数据分析企业技术创新问题,但没有使用计量方法分析企业技术创新影响因素的文献。通过手工整理,最终获得172篇有关中国企业技术创新的文献。在此基础上,本文收集整理了上述172篇文献计量模型中涉及中国企业技术创新的所有影响因素,并按照企业、行业和地

^①之所以选取上述九大中文经济学期刊作为文献整理的来源,主要是因为这些期刊是中国学术界公认的国内经济学权威期刊,一般而言,这些期刊发表的论文的科学性和得出的结论的可靠性更强。

区三个层面进行归类,最终得到中国企业技术创新的影响因素达 424 个,其中,企业层面 329 个、行业层面 28 个、地区层面 67 个。企业层面的变量总计被使用 1443 次,行业层面变量总计被使用 78 次,地区层面变量被使用 149 次。考虑到后文分析中不可能将所有的影响因素放入计量模型,本文对上述影响因素进行了初步筛选,确定文献中 10 次及以上使用为企业层面影响因素的标准,5 次及以上使用为地区层面影响因素的标准。行业层面由于文献使用较少,仅选择行业市场竞争程度及其二次项。通过筛选,最终得到中国企业技术创新的影响因素有 27 个,其中,企业层面变量 19 个、行业层面 1 个、地区层面 7 个。

依据研究层面的不同,本文把影响企业技术创新的因素分为企业层面因素、行业层面因素和地区层面因素三类。^① 统计发现,企业规模是中国企业技术创新研究中被使用最多的变量,占比达到 94.1860%。这说明,绝大部分文献认为企业规模是影响企业技术创新的主要因素。安同良等(2006)利用江苏省制造业调查的微观数据发现,大企业比小企业更多地开展持续性研发活动。高管激励、产权性质、政府补贴、出口等变量也被文献广泛使用,表明现有研究还注意到高管激励、产权性质、政府补贴、贸易等因素在企业技术创新过程中的作用。行业层面上,部分文献注意到行业竞争对企业技术创新的重要作用。张杰等(2014)发现,中国情景下市场竞争是影响企业技术创新的重要变量。还有部分文献关注市场化转型、外部制度环境、地区要素禀赋等因素在企业技术创新中的角色。例如,魏浩和巫俊(2018)的实证研究显示,知识产权保护水平提高有利于促进创新型领军企业的创新能力。接下来,本文在选取 27 个企业技术创新的影响因素后,将使用合适方法寻找决定中国企业技术创新的关键因素。

三、贡献度指标设计与计量设定

1. 贡献度指标设计

(1) 现有文献中经济重要性指标存在的问题分析。从现有的变量经济重要性指标看,所有的方法都是基于回归结果计算相关指标。目前文献中常用的变量经济重要性指标包括标准化系数(Grömping, 2015)、夏普值(Huettner and Sunder, 2012)、均值分解(Holgersson et al., 2014)和 Q 指标(Sterck, 2019)。以下将针对上述指标进行简要介绍和评价。标准化系数使用解释变量和被解释变量的标准差消除回归系数的单位差异,判断不同解释变量对被解释变量的重要程度(Satyanath et al., 2017)。然而,由于标准化系数的结果受制于变量间的相关性,无法进行可加性的经济解释,且没有考虑变量的统计显著性(Bring, 1994; Sterck, 2019),因而可能造成结果偏误。夏普值方法认为模型的拟合优度代表了因变量被所有自变量解释的比例,因而自变量的相对重要性等于自变量对回归模型拟合优度的贡献。然而,夏普值计算依赖于变量间的相关性和模型的多重性,也会产生不可靠的结果(Grömping, 2015)。Sterck(2019)从方差分解的思路出发,提出了度量变量经济重要性的 Q 指标,认为自变量变化所引起的因变量方差变动大小代表了变量的重要性。然而, Q 指标在分析时遗漏了变量的统计显著性。例如, Sterck(2019)在分析长期经济增长的驱动因素时,年度平均降雨量变量不显著但经济重要性为 2.90%,大于某些统计显著的解释变量。Holgersson et al.(2014)提出均值分解法,将因变量的均值分解到各个自变量,并将各个自变量在因变量均值中所占的比例作为变量的经济重要性。但这一方法不仅受变量单位、因变量均值、自变量均值的影响(Sterck, 2018),而且也没有考虑统计显著性对结果的影响。

(2) 本文改进和重新设计的贡献度指标。尽管已有的经济重要性指标从不同角度衡量了变量的

^① 选择的变量详见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

经济重要性,但这些指标均存在一个突出问题,即经济重要性与统计显著性两者的结果可能互相矛盾。一方面,变量具有经济重要性,但从统计显著性角度来说变量并不重要;另一方面,变量在统计上显著,但在经济意义上影响较弱。为此,本文同时考虑经济重要性和统计显著性因素,构建了一个衡量变量重要程度的新指标。本文改进和重新设计的贡献度指标与已有指标主要有两点不同:一是统计不显著的解释变量对被解释变量没有实质贡献,只有达到了一定统计显著性的解释变量才拥有经济意义上的重要性,对被解释变量具有实质贡献。对于统计不显著的变量,其贡献度被定义为零,表示该变量对被解释变量无影响或无贡献。对于其他统计显著的变量,其贡献度由经济重要性衡量。二是本文的贡献度指标同时考虑了变量的水平值贡献和方差值贡献。Sterck(2019)提出的经济重要性指标能够刻画变量对被解释变量离散程度的贡献程度,而 Holgersson et al.(2014)提出的经济重要性指标根据变量的水平值贡献分解了解释变量。这两种方法分别从变量的一阶矩(水平值贡献)和二阶矩(方差值贡献)视角度量了解释变量的重要性。解释变量对被解释变量的贡献不仅体现在解释变量水平值变化会带动被解释变量水平值的变化,还意味着解释变量的波动会传导至被解释变量的波动中。相比于单独考虑水平值贡献或方差值贡献,同时考虑水平值和方差值贡献更能够全面和准确地衡量解释变量对被解释变量的影响。本文修正了前人做法,综合考虑变量的水平值和方差值贡献,试图更加精确地刻画解释变量的重要性。考虑如下回归模型:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \tag{1}$$

其中, y 表示被解释变量, x_i 表示解释变量, ε 表示误差项。 β_i 为变量 x_i 的回归系数。假定误差项与所有的解释变量不相关,那么,使用最小二乘法可以得到一致估计。下面给出贡献度指标 MQ 需要满足的要求,然后构建具体的指标。

可解释性。所有变量的贡献度之和为 1,即有:

$$\sum_i MQ_i = 1 \tag{2}$$

其中, MQ_i 表示第 i 个指标的贡献度。这一要求保证了提出的贡献度指标能够用于刻画被解释变量的变化,即被解释变量本身能够被所有的变量解释。需要指出的是,由于模型不可避免地存在遗漏变量,被解释变量的一部分将被误差项所解释。

贡献无关性。变量 x_i 对被解释变量的贡献度只取决于其回归系数和变量本身。即有:

$$\partial MQ_i / \partial x_j = 0, \partial MQ_i / \partial \beta_j = 0, i \neq j \tag{3}$$

式(3)说明,变量 x_i 的贡献度与其他变量及其回归系数无关。根据这一要求,贡献度指标主要考虑了解释变量本身对被解释变量的直接影响,不考虑其可能存在的间接影响。

排除性。如果变量的回归系数等于零或者统计不显著,那么,变量的贡献度为零。变量的回归系数等于零,意味着该解释变量对被解释变量不存在影响。类似地,变量在统计上不显著,即在一定的显著性水平下系数与零之间的差异不大,那么,也可以认为该变量对被解释变量的影响可以忽略。这一要求是本文与 Sterck(2019)以及其他文献的不同之处。Sterck(2019)在构建指标时主要考虑了变量的经济含义。本文在分析统计显著性含义的基础上,认为刻画变量的贡献时应考虑统计显著性。需要注意的是,由于现有文献在讨论统计显著性时存在不同的标准且 5%在经济学文献中较为常用,本文选取 5%作为统计显著性的临界值。

包含性。如果解释变量的系数大于零且具有统计显著性,那么,解释变量的贡献度应大于零。这一要求与排除性假设相对应。当统计不显著变量的贡献度被归于零时,所有统计显著的解释变量被

赋予正的贡献度。

根据上述要求,参照 Sterek (2019)构建的经济重要性指标,本文构建方差贡献度视角下变量重要性的指标 QV ,其表达式为:

$$QV(x_i) = \begin{cases} \text{Var}(\beta_i x_i) / (\text{Var}(\varepsilon) + \sum_{i \in \Omega} \text{Var}(\beta_i x_i)) & \text{if } p_i \leq p_0 \\ 0 & \text{if } p_i > p_0 \end{cases} \quad (4)$$

其中, Ω 表示所有统计显著变量的集合, p_i 为变量 x_i 的 p 值, p_0 为统计显著的临界值。式(4)中,若统计显著,则变量 x_i 的贡献度 QV 等于变量 x_i 所引起的被解释变量变化 $\text{Var}(\beta_i x_i)$ 在总变化中所占的比例。变量 x_i 的贡献度可以被解释为变量 x_i 对被解释变量 y 的重要性程度,且所有变量的贡献度之和等于1。同时,变量 x_i 的贡献度仅与变量自身有关,不受其他变量的影响,因而排除了 x_i 对被解释变量可能产生的间接影响。另外,总变化中考虑了残差项的方差变化 $\text{Var}(\varepsilon)$,一定程度上避免了解释变量越多时变量贡献度减小的问题。当模型中解释变量增加时,由于 QV 指标中包含残差项,解释变量方差和的增加部分被残差项方差下降部分抵消,意味着总变化基本不变,使得原有解释变量的贡献度不会出现大幅波动。

进一步地,参照 Holgersson et al. (2014)从水平贡献角度构建的经济重要性指标,本文构建了水平贡献度视角下的重要性指标 QS ,其表达式为:

$$QS(x_i) = \begin{cases} |\beta_i \bar{x}_i| / \sum_{i \in \Omega} |\beta_i \bar{x}_i| & \text{if } p_i \leq p_0 \\ 0 & \text{if } p_i > p_0 \end{cases} \quad (5)$$

其中, \bar{x}_i 表示第 i 个变量的均值。式(5)中,变量 x_i 的经济重要性等于其回归系数与均值乘积的绝对值在所有具有统计显著性变量中的比重。类似地,统计不显著的变量不具有经济重要性。需要指出的是,本文在计算时使用了变量回归系数与均值乘积的绝对值,而不是原始值。原因在于,如果某一个变量产生的影响为负,其效应可能抵消部分变量的正向效应,使得单个变量重要性超过100%。 QS 指标与 Holgersson et al. (2014)的经济重要性指标主要存在两点差别:① QS 指标仅考虑了统计显著的变量,避免了变量统计不显著而具有较高经济重要性的情况出现;② QS 指标使用绝对值贡献计算经济重要性,消除了经济重要性为负值以及计算过程中变量贡献相抵消现象出现的可能性。

综合考虑变量的水平值贡献和方差值贡献,本文最终得到变量的贡献度指标 MQ (Modified Q),其表达式为:

$$MQ(x_i) = \begin{cases} 0.5QV(x_i) + 0.5QS(x_i) & \text{if } p_i \leq p_0 \\ 0 & \text{if } p_i > p_0 \end{cases} \quad (6)$$

此时,残差项的贡献为 $MQ(\varepsilon) = \text{Var}(\varepsilon) / 2 (\text{Var}(\varepsilon) + \sum_{i \in \Omega} \text{Var}(\beta_i x_i))$,常数项的贡献为 $MQ(\beta_0) = |\beta_0| / 2 \sum_{i \in \Omega} |\beta_i \bar{x}_i|$ 。这里水平值贡献和方差值贡献的权数均设定为0.5,是基于两者对称性的考虑。

MQ 指标通过 QV 指标纳入残差项的方差,规避了变量贡献度大小与解释变量个数相关的问题。由于水平值贡献中残差项的均值为零和方差值贡献中常数项的方差为零,常数项和残差项的最终贡献均取计算值的一半。从计算形式看,所有变量的 MQ 指标相加之和等于100%,可解释性条件满

足。变量的计算过程中主要受到自身回归系数、均值和方差的影响,贡献无关性条件得到满足。 MQ 指标考虑了统计显著性,排除性与无关性条件也得到满足。

2. 数据来源、计量模型构建与变量定义

(1)数据来源。本文使用的企业数据主要来自国泰安上市公司数据库,包括2008—2016年全部A股上市公司的财务数据。其中,研发投入数据来自上市公司研发创新数据库,专利申请总量、发明专利申请总量、最终授权的申请专利三种类型专利申请量数据来自上市公司及子公司专利数据库,企业海外收入数据来自WIND数据库。市场化指数来自王小鲁等(2017)构建的分省份市场化指数,存贷款余额数据来自WIND数据库,人均GDP、产权保护、GDP增速、人力资本和产业结构等数据来自历年《中国统计年鉴》。基于数据可靠度的考虑,本文对企业原始数据做了如下处理:①去掉全部金融行业的企业;②去掉全部ST类和PT类上市公司。最终样本为1457家企业7442个企业—年度观测值的非平衡面板数据。

(2)模型构建与变量定义。为了探寻企业技术创新的关键影响因素,本文在设定计量模型后运用上文提出的贡献度指标进行计算。本文选择基于Driscoll-Kraay标准误的面板固定效应模型作为基准模型。具体设定如下:

$$innovation_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中, $innovation_{it}$ 为被解释变量,代表第*i*个企业*t*年的技术创新。企业技术创新可以从创新投入和创新产出两个角度衡量。由于本文更加关注企业技术创新的成果,因此,从创新产出角度考察企业技术创新的产出绩效。具体地,本文使用企业当年所有申请专利数量作为创新产出的指标。参照现有文献的做法,考虑大量企业没有申请专利和专利数据呈现右偏分布,本文对企业专利数量做了对数化处理。为了保证结果稳健性,本文还使用了企业当年所有申请发明专利数量作为技术创新的替代指标进行稳健性检验。解释变量为前文选取的2008—2018年中国企业技术创新影响因素 x_{1it}, \dots, x_{kit} ,具体变量名称和定义见后文介绍。前文选取的影响因素主要来自2008—2018年中文九大经济学权威期刊上所有关于企业技术创新实证分析的论文。选取的思路在于,2008—2018年已有发表的研究中国企业技术创新影响因素的文献,基本能够囊括绝大多数潜在的影响企业技术创新的主要因素且同行认同度高,即影响中国企业技术创新的主要因素大致不会脱离既有实证文献的范围。基于上述考虑,本文手工整理了相关实证文献和收集了实证模型中的影响因素,并结合实际可操作性最终确定了27个不同层面的影响因素。 $Firm$ 和 $Year$ 分别代表企业个体效应和年份效应,用于控制企业自身特征的影响和不可观测的宏观经济冲击。 ε_{it} 表示误差项。需要说明的是,为了尽可能处理模型设定上的不足,本文的回归分析选择了基于Driscoll-Kraay标准误的固定效应模型,用于缓解异方差和自相关问题对估计结果的影响。

根据确定的中国企业技术创新的解释变量,本文参照既有文献采用合适的指标衡量相关变量。企业规模,使用企业总资产的自然对数衡量。企业年龄,使用企业成立年限衡量,分析发展阶段对企业技术创新的影响。负债率,使用企业的资产负债率衡量,考察资本结构对企业技术创新的影响。产权性质,不同产权性质企业拥有的资源和面临的约束条件不同,引入产权性质虚拟变量探究产权性质对技术创新的影响,当企业最终控制人属性为国有时,定义该变量取值为1,否则为0。现金流,使用企业现金占总资产的比重度量。股权结构,使用前十大股东持股比例衡量。公司成长性,使用企业销售额增长率衡量。利润率,使用利润与销售额之比衡量。固定资产,使用固定资产总额与总资产之比衡量。企业价值,使用市值与总资产之比衡量。机构持股,使用机构投资者持股比例衡量。出口密

度,使用企业海外收入占营业收入比重衡量。^① 董事会治理,使用董事会人数的自然对数衡量。生产率,参照 Giannetti et al.(2015),使用最小二乘法估计企业的全要素生产率。^② 高管激励,使用前三大高管薪酬的对数衡量。政府补贴,使用政府对企业补贴占销售额的比例衡量,并区分研发补贴和非研发补贴。^③ 研发投入,使用研发投入占营业收入比重衡量。经济增长,使用各省 GDP 的增长率衡量。产权保护,考虑到技术市场交易额反映了产权保护的成果,使用技术市场交易额与 GDP 的比值进行衡量。人力资本,使用省际平均受教育年限反映。金融发展水平,使用各省存贷款余额与 GDP 之比衡量。市场化指数,使用《中国分省份市场化指数报告》中的市场化指数衡量。经济发展,使用各省人均实际 GDP 衡量。产业结构,使用第三产业产值与 GDP 之比反映。

表 1 报告了主要变量的定义与描述性统计。企业技术创新的均值为 2.8540,说明研究期间中国上市企业的平均专利申请数量为 16.3571 个。这一结果与余明桂等(2016)、潘越等(2017)较为接近。企业技术创新的标准差为 1.5809,说明企业技术创新的产出之间存在较大差异。企业研发投入变量均值为 0.0349,意味着样本企业的平均研发投入强度为 3.49%,接近于顾夏铭等(2018)的 3.46%。其他控制变量方面,企业总资产自然对数的均值为 21.9907,样本企业平均年龄为 14.3553,平均资产负债率为 40.47%,资产收益率平均为 4.54%,现金资产比率平均为 20.98%,与虞义华等(2018)的研究较为一致。本文主要变量的均值与现有文献基本一致,表明数据处理过程是合理的,不存在显著的偏差。

四、中国企业技术创新决定因素的再检验

1. 中国企业技术创新主要决定因素的考察

表 2 报告了使用 MQ 指标分析企业技术创新主要决定因素的结果。表 2 第 2、3、4 列分别为面板固定效应模型的估计结果、运用 Sterck(2019)方法计算的 Q 指标、本文构建的贡献度 MQ 指标。回归结果显示,企业规模、企业年龄、资产收益率、地区产权保护等变量与企业技术创新显著正相关,表示更大规模的企业、成立更久的企业、资产收益率较高的企业专利申请更多,产权保护有利于提升企业技术创新能力。利润率、企业价值、金融发展水平、市场化指数、经济发展与企业技术创新显著负相关,意味着利润率和企业价值对企业技术创新造成了负向影响,地区金融发展水平、市场化进程和经济发展水平对企业技术创新存在抑制作用。尽管面板固定效应模型通过统计显著性表明了变量的重要性,但并未给出变量之间的相对重要性。接着,本文通过 Sterck(2019)提出的 Q 指标探讨影响中国企业技术创新的主要因素。从表 2 Q 指标的结果可以看到,影响企业技术创新最重

① WIND 数据库报告了企业营业收入的地区来源。本文手工整理了企业营业收入的地区分类,将企业在中国港澳台地区、境外国家的收入定义为海外收入,并计算海外收入占营业收入的比重。

② 全要素生产率计算时基于行业一年份进行最小二乘法回归。在计算过程中,企业产出使用主营业务收入的自然对数衡量,劳动投入为公司当年员工数量的自然对数,资本投入是购入商品和劳务支付现金的自然对数。行业分类采用中国证券监督管理委员会 2012 年的行业分类方法。

③ 政府补贴数据主要来自上市公司营业收入附注中的政府补助明细。李万福等(2017)指出,创新类政府补助和非创新类补助对企业技术创新的影响截然不同,考察政府补助对企业技术创新影响时需要剔除创新补助噪音。借鉴郭玥(2018)的做法,本文通过关键词判定的方法区分政府补贴金额的来源,分类加总创新类政府补助和非创新类政府补助,最终得到研发补贴金额和非研发补贴金额。创新类政府补贴项目的定义标准如下:政府补助项目名称中直接包含技术创新相关的关键词;政府补助项目名称中直接包含科技促进项目的关键词;政府补助项目名称中直接包含技术创新成果的关键词;政府补助项目名称中直接包含企业人才项目的关键词;政府补助项目名称中直接包含特定科学领域前沿成果的关键词。

表 1 变量定义与描述性统计

主要变量	变量定义	观测值	均值	标准差
企业技术创新	专利申请总数的自然对数	7442	2.8540	1.5809
企业规模	企业总资产的自然对数	7442	21.9907	1.2975
企业年龄	企业成立年限	7442	14.3553	5.2071
负债率	资产负债率	7442	0.4047	0.2042
产权性质	最终控制人属性	7442	0.3713	0.4832
现金流	现金/总资产	7442	0.2098	0.1515
资产收益率	净利润/总资产	7442	0.0454	0.0491
股权结构	前十大股东持股比例	7442	0.5914	0.1529
高管激励	前三大高管薪酬的自然对数	7442	14.1468	0.6902
董事会治理	董事会人数的自然对数	7442	2.2649	0.1736
公司成长性	企业营业收入增长率	7442	0.3016	3.7917
出口密度	海外收入占比	7442	0.2086	0.2304
研发补贴	研发补贴/销售额	7442	0.0011	0.0025
非研发补贴	非研发补贴/销售额	7442	0.0053	0.0086
利润率	利润/销售额	7442	0.0896	0.1958
研发投入	研发投入/销售额	7442	0.0349	0.0515
固定资产	固定资产总额/总资产	7442	0.2273	0.1433
企业价值	市值/总资产	7442	2.7731	1.9733
独董比例	独立董事人数/董事会人数	7442	0.3724	0.0568
机构持股	机构投资者持股比例	7442	0.0621	0.0926
生产率	使用最小二乘法估计	7442	-0.0123	0.2622
市场竞争	行业赫芬达尔指数	7442	0.1570	0.1888
市场竞争的平方项	行业赫芬达尔指数的平方	7442	0.0603	0.1705
经济增长	GDP 的增长率	7442	0.0938	0.0229
产权保护	技术市场交易额/GDP	7442	0.0177	0.0363
人力资本	省份人口受教育年限	7442	9.2840	1.0125
金融发展	省份存贷款余额/GDP	7442	1.9821	1.0429
市场化指数	省份市场化综合指标	7442	7.9328	1.6447
经济发展	人均实际 GDP	7442	6.0194	5.1512
产业结构	第三产业产值/GDP	7442	0.4699	0.1148

要的变量为企业规模,其重要性占 17.4164%。这一结果与固定效应模型的结果保持一致,说明企业规模是影响企业技术创新的关键因素。从地区层面变量看,市场化和产业结构 Q 指标均超过 1%,且产业结构的 Q 指标更大,说明地区产业结构和市场化程度对企业技术创新有着重要影响。然而,正如指标设计部分所描述的, Q 指标的结果存在统计显著性与经济重要性相矛盾的情况。从统计显著性角度看,金融发展变量在 1%的水平下统计显著为负,经济增长变量不存在统计显著性,说明金融发展是企业技术创新的重要影响因素,而地区经济增长对企业技术创新不重要。但从 Q 指标的结果看,金融发展变量的重要性为 0.0042%,经济增长变量的重要性为 0.1331%,意味着经济增长变量对企业技术创新的重要性反而高于金融发展。可见, Q 指标无法解决统计显著性和经济重要性之间的

变量	回归结果	Q 指标	MQ 指标
企业规模	0.4813*** (0.0507)	17.4164	30.2718
企业年龄	0.1358*** (0.0142)	0.4240	27.3133
资产收益率	1.6264*** (0.4172)	1.3467	0.0732
利润率	-0.4616*** (0.0756)	1.7261	0.0947
企业价值	-0.0294*** (0.0076)	0.2039	0.0661
市场竞争的平方项	0.9078** (0.3783)	0.0551	0.2756
产权保护	5.1620*** (1.2544)	0.5029	0.3988
金融发展	-0.2966*** (0.0434)	0.0042	1.6552
市场化	-0.0591*** (0.0140)	1.5645	0.3333
经济发展	-0.0280*** (0.0032)	0.0257	0.6134
产业结构	-3.0892*** (0.6184)	1.7039	1.6016
残差项		69.8988	35.9114
常数项	-8.2185*** (1.4152)		1.0942
年份	控制		0.2973
样本数	7442		
R ²	0.1900		

注: *、** 和 *** 分别代表 10%、5% 和 1% 的显著性水平, 括号内为标准误; 企业和年份固定效应均已控制; 年份变量的贡献度等于其虚拟变量贡献度之和。表中仅显示统计显著的变量, 其他变量结果详见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。以下各表同。

矛盾, 这也是本文试图弥补既往研究的不足之处。

本文进一步根据 MQ 指标评价企业技术创新的主要决定因素。^① 从地区层面看, 金融发展和产业结构是影响企业技术创新最重要的外部决定因素, MQ 指标分别达 1.6552% 和 1.6016%。诸多的研究表明, 外部融资环境是影响企业技术创新的重要因素。研发活动的长期性和高不确定性要求企业必须通过外部融资分担技术创新的风险。然而, 受研发创新活动保密性和专业性的限制, 金融机

^① 由于 MQ 指标计算过程涉及均值分解, 可能导致均值分解本身的缺陷影响 MQ 指标的可靠性。但具体到本文主题, 均值分解本身的缺陷并不会影响结果。其原因在于, 本文的解释变量不存在多个单位的情况, 也不存在理论上均值为零的情形。同时, 本文的因变量为技术创新, 均值远高于零。

构难以掌握企业研发的具体信息,导致企业与金融机构之间存在明显的信息不对称问题。信息不对称可能引发的道德风险和逆向选择风险使得企业通过外源融资支持技术创新活动的难度较大。这意味着,高效运行的金融市场通过分摊研发风险、有效配置金融资源以及减少信息不对称,帮助企业降低外源融资难度,能够有效推动企业技术创新(Hsu et al., 2014)。产业结构向第三产业转型也是驱动企业技术创新能力提高的重要方式。原因在于,第三产业在经济中占比增大意味着其市场范围进一步细化(吴丰华和刘瑞明, 2013),带动以知识产权、研究设计、科技服务、信息服务等为代表的现代生产性服务业蓬勃发展,为技术创新活动的开展提供了优质的外部环境,推动了企业技术创新。此外,表2的结果显示,经济发展程度与产权保护也是影响企业技术创新的重要宏观因素。通过比较MQ指标与Q指标结果可以发现,使用MQ指标的结果得出金融发展是影响技术创新最重要的宏观因素的结论,但这一结果并未体现在Q指标中,意味着使用Q指标会错误判断中国企业技术创新的关键因素。

从企业层面看,企业规模和企业年龄是影响企业技术创新最重要的变量,贡献度分别达30.2718%和27.3133%。这一结果与著名的“熊彼特假说”相契合。“熊彼特假说”认为,由于大企业在规模经济、风险分担以及创新投入支持方面享有巨大优势,因而其创新表现要明显优于中小企业(Schumpeter, 1942)。刘诗源等(2020)也指出,不同生命周期中企业的自主创新意愿明显不同,只有成熟期的企业才有能力、资源和动力实施技术创新项目。年份固定效应的MQ指标不超过1%,说明宏观经济周期性因素冲击对企业技术创新不重要。残差项的MQ指标为35.9114%,说明还有其他影响企业技术创新的因素没有纳入本文的模型中。

本文关于企业技术创新主要影响因素再实证检验的结果同时反映出,以往企业技术创新研究文献中所指出的一些重要影响因素其实并不是真正的重要因素。从表2的回归结果可以看到,资产收益率、利润率、企业价值、市场竞争、市场化等变量均具有5%的统计显著性,意味着这些变量对企业技术创新具有重要影响。然而,从MQ指标结果看,上述变量对企业技术创新的贡献度均未超过0.5%,这意味着这些变量对企业技术创新影响并不大。本文的实证结果还显示,股权结构、董事会治理、企业出口等变量对企业技术创新的影响不仅未显示出统计显著性,且影响程度非常有限。鲁桐和党印(2014)、李兵等(2016)指出公司治理、企业出口是影响企业技术创新的重要因素,但是本文的结果表明这些变量对企业技术创新的影响较小,并不是影响中国企业技术创新的关键因素。

2. 国有企业与民营企业

中国一个最为鲜明的特征就是国有企业和民营企业在经济体系中共存且互相依赖。较多文献指出,国有企业和民营企业在资源基础、激励机制和经营目标等方面显著不同,致使产权属性会显著影响企业的技术创新活动。从资源基础看,国有企业和民营企业对外部创新资源具有不同的敏感度。现有国有企业大多集中于自然垄断或具有行政垄断壁垒的行业,如电信、交通运输等行业,资金实力雄厚,且得到政府在信贷配置、补贴等方面的支持,较少遇到创新资源不足的难题。而民营企业不论是外部融资还是政策扶持等都会面临潜在的不同程度的“歧视”,创新活动受到资源不足的约束,因而外部资源可获得性增强有利于民营企业技术创新活动的开展。同时,国有企业和民营企业对于技术创新具有不同的激励机制。国有企业的高管往往受到政府严格的薪酬限制,且市场业绩在管理者考核中激励不足,导致国有企业高管缺乏足够的动力实施技术创新项目。而民营企业普遍有着良好的管理者激励约束机制,民营企业高管更愿意通过研发创新推动技术突破获取市场利润,进而实现自身利益与企业利益的最大化。此外,国有企业和民营企业经营的目标导向完全不同。国有企业的主要高管大多由政府任命,这意味着高管不仅要考虑企业经营绩效,还需要对社会效益等目

标负责。多重目标考核在一定程度上降低了国有企业高管投入高风险、长周期、高投入技术创新活动的动力。而民营企业一般不存在直接的社会效益目标考核约束,因而更加关注企业利润和企业价值最大化,目标导向也与研发创新活动基本一致(李春涛和宋敏,2010)。从上述分析可以看出,产权性质差异可能会致使国有企业和民营企业技术创新的关键影响因素发生变化。

下面进一步划分企业产权性质类型,分别探讨国有企业与民营企业中技术创新的主要决定因素。产权性质类型根据企业最终控制人类型确定。表3列示了不同产权性质类型企业中技术创新关键影响因素再实证的检验结果。不难发现,从企业层面看,企业规模和企业年龄在国有企业和民营企业中均为重要的影响因素,与基准分析结果一致。值得注意的是,市场竞争对国有企业技术创新有着重要的影响, MQ 指标合计3.0475%,而对民营企业影响不大。这表明市场竞争水平提高有利于国有企业实施创新项目,而激烈的市场竞争可能减弱了民营企业开展技术创新活动的资源基础和能力。从地区层面看,产业结构和经济发展水平是影响国有企业技术创新最重要的地区因素,而金融发展是影响民营企业创新活动最重要的地区因素。

3. 高新技术行业与非高新技术行业

企业技术创新的主要决定因素也可能因行业特征差异而不同。安同良等(2006)发现,行业间的研发活动差异非常明显,其原因在于,不同的行业在劳动、资本、技术以及产业技术发展前景方面的差别会内生引发企业研发创新活动的差异。顾夏铭等(2018)也认为,高科技行业具有高知识密度、高竞争和高收益的特点,迫使该行业中的企业必须具备较强的技术创新能力。因此,企业技术创新的关键影响因素可能在高新技术行业和非高新技术行业出现差异。本文进一步使用 MQ 指标考察高新技术行业和非高新技术行业中企业技术创新的主要影响因素。高新技术行业的分类依据为《高技术产业(制造业)分类(2017)》。表4报告了高新技术行业和非高新技术行业企业技术创新关键影响因素再实证检验的结果。从企业层面看,企业规模和企业年龄均为影响企业技术创新最重要的因素,说明企业层面的主要决定因素不因行业特征而发生变化。从地区层面看,金融发展水平是影响高新技术行业企业技术创新唯一重要的地区因素。由于高新技术行业更加依赖创新产出,且技术创新的难度更大,更加需要外部金融资金的投入。这也意味着,良好运行的金融体系对高新技术行业发展至关重要。而从非高新技术行业看,地区产业结构是影响企业技术创新最重要的因素,说明产业结构所带来的市场需求扩大和产业集聚能够有效促进非高新技术行业中企业的技术创新。

4. 稳健性检验

在稳健性检验部分,本文使用了不同的技术创新指标、不同统计临界值标准、不同变量组合,还调整了研究样本以及考虑可能的内生性问题,检验实证结果是否可靠。^①

(1)替换技术创新指标。除了提高产品质量和增强市场竞争能力外,中国企业还存在为了满足高新企业认证、招投标、宣传、资本市场迎合等专利申请动机(毛昊等,2018)。黎文靖和郑曼妮(2016)发现,出于获取更多产业政策优惠的目的,许多上市企业放弃攻关高质量专利,转向申请低质量专利。因此,仅使用专利申请总数可能难以准确地衡量企业的技术创新能力。企业申请专利中最终获得授权的专利通过了专利审查部门的严格检验,能够体现出企业真实的技术创新能力。另外,中国的专利体制下存在发明专利、实用新型专利和外观专利三种类型。发明专利由于其严格的申请标准和要求,技术含量最高,更能体现企业的技术创新能力。本文进一步使用这两个指标衡量企业技术创新,考察中国企业技术创新的关键影响因素。结果显示,从企业层面看,不论使用申请专利最终授权数还是发明专利申请数衡量技术创新,企业规模和企业年龄都是排在前两位的主要因

^① 稳健性检验结果详见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

表3 企业技术创新主要决定因素的再检验结果:国有企业与民营企业 单位:%

变量	国有企业		民营企业	
	回归结果	MQ 指标	回归结果	MQ 指标
企业规模	0.4983*** (0.0894)	32.0522	0.5034*** (0.0501)	34.2742
企业年龄	0.1522*** (0.0273)	25.5040	0.0886*** (0.0200)	19.9724
资产收益率	1.1832** (0.4407)	0.0281	1.6254 (0.7244)	0.0000
股权结构	-0.1925 (0.1740)	0.0000	-0.3937*** (0.0723)	0.0641
公司成长性	0.0009** (0.0004)	0.0002	0.0040 (0.0048)	0.0000
研发补贴	17.3080*** (4.1166)	0.0182	2.1785 (7.2726)	0.0000
非研发补贴	0.8268 (1.5962)	0.0000	5.0004** (1.5889)	0.0179
利润率	-0.5784*** (0.0572)	0.1236	-0.3248*** (0.0823)	0.0643
研发投入	0.1587** (0.0673)	0.0007	-0.2720 (0.1999)	0.0000
生产率	0.2062*** (0.0588)	0.0271	-0.2250 (0.1356)	0.0000
市场竞争	-2.8165*** (0.3112)	1.6429	-0.3143 (0.8072)	0.0000
市场竞争的平方项	3.4028*** (0.7319)	1.4046	0.2609 (0.5037)	0.0000
产权保护	4.9295** (1.8959)	0.3659	4.4765 (2.0803)	0.0000
金融发展	-0.2217 (0.1137)	0.0000	-0.2977*** (0.0410)	2.1974
市场化指数	-0.0998** (0.0310)	0.7164	-0.0342 (0.0371)	0.0000
经济发展	-0.0316*** (0.0037)	1.0961	-0.0266 (0.0200)	0.0000
产业结构	-5.1901*** (0.7047)	4.8192	0.2901 (0.5453)	0.0000
残差项		31.0307		41.1102
常数项	-8.0032*** (2.2062)	0.9667	-9.4198*** (1.4367)	1.7876
年份	控制	0.2034	控制	0.5119
样本数	2763		4679	
R ²	0.2583		0.1581	

表4 企业技术创新主要决定因素的再检验结果：高新行业与非高新行业 单位：%

变量	高新行业		非高新行业	
	回归结果	<i>MQ</i> 指标	回归结果	<i>MQ</i> 指标
企业规模	0.6267*** (0.0432)	35.8257	0.4598*** (0.0677)	29.3487
企业年龄	0.1116*** (0.0228)	19.0067	0.1414*** (0.0117)	28.9291
资产收益率	2.8526*** (0.6905)	0.2237	1.2520** (0.3993)	0.0417
股权结构	-0.0949 (0.2557)	0.0000	-0.2135*** (0.0341)	0.0142
董事会治理	-0.0191*** (0.0017)	0.0135	0.0033 (0.0023)	0.0000
利润率	-0.4352*** (0.0661)	0.0832	-0.5079*** (0.1243)	0.1106
研发投入	3.5359*** (0.5421)	0.2245	-0.2642 (0.2315)	0.0000
企业价值	-0.0238 (0.0199)	0.0000	-0.0268** (0.0104)	0.0515
经济增长	-0.8672 (3.1544)	0.0000	-3.4955** (1.4215)	0.0732
产权保护	-1.4690 (3.3823)	0.0000	5.7578*** (1.4486)	0.5554
金融发展	-0.5841*** (0.0802)	4.2165	-0.1836** (0.0790)	0.6983
经济发展	-0.0216 (0.0176)	0.0000	-0.0312*** (0.0051)	0.8826
产业结构	-1.8895 (1.4328)	0.0000	-3.8190*** (1.1312)	2.6853
残差项		38.5065		35.2607
常数项	-9.6511*** (2.1430)	1.5521	-8.2924*** (1.2669)	1.0692
年份	控制	0.3475	控制	0.2793
样本数	2096		5346	
R ²	0.2173		0.1899	

素。从地区层面看,金融发展水平和产业结构仍是影响企业技术创新最为重要的两个因素,但顺序略有不同。当使用发明专利申请数衡量技术创新时,金融发展水平是最重要的外部因素。这说明对于发明专利等高质量创新活动,外部的融资环境对创新产出的影响更为重要。出现这种现象的原因在于,发明专利申请体现了更高知识含量和复杂度的技术创新活动,研发创新的失败率更高且研发过程更长,企业必须增加外源融资以保持研发活动稳定性和提高创新成功概率,才能够推动高质量

技术创新活动的突破。这一结果也进一步说明外部金融发展在企业技术创新尤其是关键核心技术创新上的推动作用。整体看,本文的主要结果在更换技术创新的衡量方式后依然成立。

(2)改变统计显著临界值。本文在构建贡献度指标时考虑了统计显著性且选择5%作为统计显著的临界值。这一做法存在主观性,使得本文关于企业技术创新关键影响因素的结果可能受到统计显著临界值的影响。因此,有必要进一步使用其他显著性水平作为统计显著判断的临界值标准,观察主要结果是否改变。本文具体使用不同统计显著标准考察企业技术创新的主要影响因素,即对比2.5%、5%和7.5%的统计显著临界值标准的结果。从企业层面看,企业规模和企业年龄依然是影响企业技术创新最为重要的企业层面因素。从行业层面看,当统计显著标准为2.5%时,行业竞争程度平方的 MQ 指标为零,但对各变量的 MQ 指标影响不大。从地区层面看,金融发展和产业结构仍是影响企业技术创新最重要的外部因素。以上结果说明,在调整统计显著的临界值标准后,本文关于企业技术创新关键影响因素的结果并未发生较大变动。

(3)组合不同的影响因素。现有文献在实证分析中国企业技术创新影响因素时大多仅考虑企业层面的影响因素,或考虑企业和行业的影响因素(虞义华等,2018),较少有文献纳入影响中国企业技术创新地区层面的因素。根据技术创新的生态系统理论,企业技术创新是一种社会活动或行为,其实现路径和动力机制需要特定社会生态的支持,受到金融发展、产权保护等外部环境因素的影响,即忽略企业技术创新地区层面的影响因素可能导致结果不稳健。借鉴这一思路,本文进而讨论计量模型中忽略某个层面的企业技术创新影响因素是否会对结果产生影响。本文将企业技术创新影响因素分类组合,按照“企业+行业”“企业+地区”以及“行业+地区”三类组合观察中国企业技术创新关键影响因素的改变。从“企业+行业”组合看,企业规模的系数变化不大,但贡献度指标达到了45.9403%,相比于基准回归结果增加了15.6685%。这意味着不考虑地区层面影响因素时,企业规模在企业技术创新中的重要性提升幅度超过50%。出现这种现象的原因可能是,在仅考虑企业和行业层面变量时,企业规模的贡献度来自企业层面解释变量的相互比较,而加入行业和地区后,企业规模需要与地区变量相比较,其贡献度一部分被地区层面的因素所解释。实际上,“企业+地区”组合的结果也证实了这一点。根据“企业+地区”组合的结果,企业规模的贡献度为29.8168%,与基准回归中的30.2718%相差不大。此时,金融发展水平、产业结构等变量的贡献度也和基准回归基本相似,意味着“企业+地区”组合已经能够较好地识别中国企业技术创新的关键影响因素。而从“行业+地区”结果看,贡献度最高的是人力资本,金融发展、产业结构等变量的贡献反而较小。以上结果说明,分析中国企业技术创新关键影响因素需要将地区层面影响因素纳入计量模型,这样才能较为准确地识别出影响企业技术创新的决定因素。

(4)调整研究样本。本文通过两种方式调整研究样本,观察主要结果是否因研究样本改变而发生变化。①剔除专利为零的观测值。现有企业技术创新的相关研究在使用专利数据衡量创新产出时大多对专利做自然对数处理。这种做法的好处在于,不仅可以避免专利数据自身右偏分布对结果造成的偏误,还能够最大可能地增加样本容量。然而,由于行业技术特征、创新研发周期、专利审查周期等因素的影响,部分企业在某些特定时段并没有形成专利的创新产出,可能导致结果存在偏差。事实上,既有使用研发投入衡量技术创新的研究在处理研发金额为零时会删减相关样本,避免零值对结果的不利影响。由于专利为零代表着技术创新活动没有形成创新产出,因而上述观测值不能反映出影响因素的作用,据此本文删去专利为零的观测值,观察结果是否因专利数据调整而发生改变。②剔除企业规模两端各5%的观测值。本文的基准回归结果显示企业规模在所有内部因素中贡献度最大,即对企业技术创新最重要。这一结果可能是样本中超大企业或规模较小企业观测值导致

的。对于这种可能性,文献中采用去除两端观测值的方法进行排除。例如,Wang et al.(2019)在分析国家技术创新的影响因素时就删除了两端各 10% 的样本。为此,本文将样本中企业规模处于末端 5% 的观测值删掉,重新进行再实证分析。结果显示,从内部影响因素贡献度排序看,企业规模仍是影响企业技术创新的关键因素,企业年龄次之。从外部影响因素看,当剔除专利为零的观测值后,产业结构是影响企业技术创新的重要因素,金融发展水平与产业结构的贡献度相差不大;当剔除企业规模两端各 5% 的观测值后,金融发展水平和产业结构分别是影响企业技术创新最重要的两个因素。可见,在对样本进行调整后,本文的关键结果仍然成立。

(5)处理内生性问题。本文在基准的计量模型中使用了 27 个解释变量。由于潜在的反向因果关系、遗漏变量以及测量偏误等多方面原因,本文使用的部分解释变量不可避免地存在内生性,进而导致结果存在偏差。以企业规模为例,企业规模扩大有利于企业技术创新能力的提高,企业技术创新能力提高反过来也会影响企业规模的变化,即企业规模和企业技术创新之间存在互为因果的关系,由此导致内生性问题并影响到估计结果。为了尽可能缓解内生性问题对结果的干扰,本文选择工具变量法处理模型的内生性问题,然后,使用工具变量法估计出的结果计算贡献度指标。借鉴孙晓华和王昀(2014)的做法,本文使用企业员工数作为企业资产规模的工具变量。这一选择的原因在于,资产规模更大的企业其员工数也更多,但员工数不会通过除资产规模以外的渠道影响企业技术创新。对于企业层面的其他内生变量,参考张杰等(2015)的思路,本文使用变量的行业均值作为其工具变量。一般而言,解释变量的行业均值与解释变量本身之间有着密切关联,但与企业的技术创新之间没有直接联系,满足工具变量的相关性要求和内生性要求。从实证结果看,工具变量不可识别检验的 Anderson Canon LM 统计量均在 1% 的水平上显著,且弱工具变量稳健检验 Anderson-Rubin Wald 统计量也拒绝原假设,说明工具变量回归的结果是可靠的。从总样本的结果看,企业规模仍是影响企业技术创新最重要的内部因素,金融发展和产业结构依然是影响企业技术创新的主要外部变量。从分样本的结果看,企业规模扩张均能有效促进国有企业和民营企业的技术创新。另外,地区产业结构是影响国有企业技术创新的关键外部变量,但产业结构对民营企业技术创新没有影响。对民营企业而言,金融发展水平是影响企业技术创新最为重要的外部因素。产权保护能够推动企业技术创新能力提高,但这一效应仅体现在国有企业,产权保护尚未在民营企业的技术创新中发挥重要作用。可以看出,在使用工具变量处理过模型的内生性问题后,模型的关键结果没有发生改变,前述发现仍获得充分支持。

五、主要结论与政策启示

从已有文献提出的众说纷纭、莫衷一是的中国企业技术创新影响因素集合中寻找出其关键影响因素,对于科学理解和正确把握中国企业技术创新的关键影响因素以及识别企业技术创新的驱动机制,制定科学可行的企业技术创新能力提升政策等至关重要。基于上述认识,本文拓展 Sterck (2019)的经济重要性指标,通过引入统计显著性因素和综合考虑变量的方差贡献与水平贡献,提出和重新设计了评价变量重要性的贡献度指标,从而为分析和评价经济变量的相对重要性提供了一种新的方法。在此基础上,本文运用改进和重新设计的贡献度指标,基于九大中文经济学权威期刊 2008—2018 年期间发表的 172 篇有关中国企业技术创新影响因素分析的实证文献,并使用 1457 家中国 A 股上市公司的数据,对从上述文献中分析提炼出来的影响中国企业技术创新的主要因素相对重要性进行了再实证分析,从中发现了决定中国企业技术创新的关键因素及其在不同产权性质和不同行业企业中的差异性。研究发现:①企业规模是决定中国企业技术创新的关键内部因

素,而地区金融发展水平、产业结构和产权保护水平是决定中国企业技术创新的关键外部因素;②较之于国有企业和非高新技术行业企业,金融发展水平对民营企业和高新技术行业企业技术创新的影响表现得更为重要;③而在国有企业和非高新技术行业企业技术创新中,地区产业结构则扮演了更为关键的角色。在替换创新衡量方式、改变统计显著标准、使用不同因素组合、调整研究样本以及处理内生性问题后,本文的主要结果均未发生大的改变。

本文的研究结论对中国未来加快提升企业技术创新能力、深入实施创新驱动发展战略和加快建设世界科技强国具有重要的政策启示:①各级政府应继续营造和优化公平竞争的市场环境,积极鼓励和推动优势企业做强做优做大,不断提升优势企业和大企业集团的技术创新能力。本文研究表明,企业规模是中国企业技术创新的重要影响因素,这意味着如果中国规模较大的优势企业越多,企业的技术创新能力可能会越强。日本、韩国、中国台湾的发展经验表明,大企业集团在推动后发国家技术创新追赶方面扮演着重要角色。因此,中国在未来要快速提升企业技术创新能力,需要进一步营造和优化公平竞争的市场环境,减少或消除竞争性领域的市场准入条件和障碍,通过市场竞争优化产业内部资源配置,以公平的市场环境支持优势企业扩大规模和提升技术创新能力。同时,要进一步强化企业在国家创新体系中的主体地位,支持企业牵头组建创新联合体,引导各类创新要素向企业尤其是优势企业集聚,积极发挥大企业在推动国家科技进步中的引领支撑作用。②进一步深化金融供给侧结构性改革,提升金融体系效率,完善金融支持科技创新体系,加快推进新技术产业化和规模化应用。受转轨经济体制的约束,中国目前的金融资源配置仍以间接融资模式为主导,各地区金融发展水平不平衡,难以缓解企业高质量技术创新所面临的融资约束。因此,中国应继续深化金融供给侧结构性改革和资本市场改革,不断提升各地区的金融发展水平,积极打造有利于企业技术创新的多层次资本市场体系,充分发挥科创板和创业板对企业突破性技术创新的激励和引领作用。进一步加大企业直接融资的比重,不断降低企业技术创新的融资成本,努力通过提高金融服务实体经济的能力推动企业技术创新能力的快速提升。③继续加快建立和发展现代产业体系,提升制造业与服务业融合发展水平,推进产业基础高级化、产业链现代化。近年来,随着要素成本逐渐攀升以及政府各部门的大力推动,中国的产业结构逐步向第三产业升级转型,但也存在着“过早去工业化”的现象(黄群慧,2017;魏后凯和王颂吉,2019)。因此,政府在未来应立足产业规模优势、配套优势和部分领域先发优势,加快发展知识产权、研发设计、信息服务、投融资服务等现代生产性服务业,鼓励现代生产性服务业向价值链高端拓展,同时推动传统产业高端化、智能化、信息化,促进制造业与服务业产业间深度融合,实现企业技术创新能力的提升。④不断完善知识产权保护的体制机制,加强知识产权的司法保护,为各类企业提高技术创新能力提供制度保障。创新是引领发展的第一动力,保护知识产权就是保护创新。因此,各级政府应高度重视知识产权保护环境建设,提高知识产权保护工作法治化水平,强化知识产权全链条保护,统筹做好知识产权保护、反垄断、公平竞争审查等工作,促进创新要素自主有序流动、高效配置。此外,深化知识产权审判领域改革创新,健全知识产权诉讼制度,完善技术类知识产权审判,优化知识产权惩罚性赔偿制度,加强知识产权案件的执法力度,构建有利于企业知识创造的社会环境,通过完善知识产权制度保障企业技术创新能力不断提升。

需要说明的是,受回归模型的限制,本文基于近十余年的研究文献自主设定了中国企业技术创新影响因素的筛选标准,但此标准仍难以完全避免主观偏好的影响。因此,如何更为客观地选择和科学设定中国企业技术创新影响因素的筛选标准,仍是一个未来值得深入研究的问题。

[参考文献]

- [1]安同良,施浩,Alcorta Ludovico. 中国制造业企业 R&D 行为模式的观测与实证——基于江苏省制造业企业问卷调查的实证分析[J]. 经济研究, 2006,(2):21-30.
- [2]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,(7):91-101.
- [3]顾夏铭,陈勇民,潘士远. 经济政策不确定性与创新——基于我国上市公司的实证分析[J]. 经济研究, 2018,(2):109-123.
- [4]郭玥. 政府创新补助的信号传递机制与企业创新[J]. 中国工业经济, 2018,(9):98-116.
- [5]黄群慧. 论新时期中国实体经济的发展[J]. 中国工业经济, 2017,(9):5-24.
- [6]黎文靖,郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新?——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J]. 经济研究, 2016,(4):60-73.
- [7]李兵,岳云嵩,陈婷. 出口与企业自主技术创新:来自企业专利数据的经验研究[J]. 世界经济, 2016,(12):72-94.
- [8]李春涛,宋敏. 中国制造业企业的创新活动:所有制和 CEO 激励的作用[J]. 经济研究, 2010,(5):55-67.
- [9]李万福,杜静,张怀. 创新补助究竟有没有激励企业创新自主投资——来自中国上市公司的新证据[J]. 金融研究, 2017,(10):130-145.
- [10]刘诗源,林志帆,冷志鹏. 税收激励提高企业创新水平了吗?——基于企业生命周期理论的检验[J]. 经济研究, 2020,(6):105-121.
- [11]鲁桐,党印. 公司治理与技术创新:分行业比较[J]. 经济研究, 2014,(6):115-128.
- [12]罗润东,李超. 2015 年中国经济学研究热点分析[J]. 经济学动态, 2016,(4):96-105.
- [13]毛昊,尹志锋,张锦. 中国创新能够摆脱“实用新型专利制度使用陷阱”吗[J]. 中国工业经济, 2018,(3):98-115.
- [14]潘越,肖金利,戴亦一. 文化多样性与企业创新:基于方言视角的研究[J]. 金融研究, 2017,(10):146-161.
- [15]孙晓华,王昀. 企业规模对生产率及其差异的影响——来自工业企业微观数据的实证研究[J]. 中国工业经济, 2014,(5):57-69.
- [16]王小鲁,樊纲,余静文. 中国分省份市场化指数报告(2016)[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2017.
- [17]魏浩,巫俊. 知识产权保护、进口贸易与创新型领军企业创新[J]. 金融研究, 2018,(9):91-106.
- [18]魏后凯,王颂吉. 中国“过度去工业化”现象剖析与理论反思[J]. 中国工业经济, 2019,(1):5-22.
- [19]吴丰华,刘瑞明. 产业升级与自主创新能力构建——基于中国省际面板数据的实证研究[J]. 中国工业经济, 2013,(5):57-69.
- [20]余明桂,范蕊,钟慧洁. 中国产业政策与企业技术创新[J]. 中国工业经济, 2016,(12):5-22.
- [21]虞义华,赵奇锋,鞠晓生. 发明家高管与企业创新[J]. 中国工业经济, 2018,(3):137-155.
- [22]张杰,陈志远,杨连星,新夫. 中国创新补贴政策的绩效评估:理论与证据[J]. 经济研究, 2015,(10):4-17.
- [23]张杰,郑文平,翟福昕. 竞争如何影响创新:中国情景的新检验[J]. 中国工业经济, 2014,(11):56-68.
- [24]钟腾,汪昌云. 金融发展与企业创新产出——基于不同融资模式对比视角[J]. 金融研究, 2017,(12):127-142.
- [25]周黎安,罗凯. 企业规模与创新:来自中国省级水平的经验证据[J]. 经济学(季刊), 2005,(2):623-638.
- [26]Bring, J. How to Standardize Regression Coefficients[J]. American Statistician, 1994,48(3):209-213.
- [27]Giannetti, M., G. Liao, and X. Yu. The Brain Gain of Corporate Boards: Evidence from China [J]. Journal of Finance, 2015,70(4):1629-1682.
- [28]Grömping, U. Variable Importance in Regression Models [J]. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 2015,7(2):137-152.
- [29]Höglersson, H., T. Norman, and S. Tavassoli. In the Quest for Economic Significance: Assessing Variable Importance through Mean Value Decomposition[J]. Applied Economics Letters, 2014,21(8):545-549.
- [30]Hsu, P., X. Tian, and Y. Xu. Financial Development and Innovation: Cross-Country Evidence [J]. Journal of Financial Economics, 2014,112(1):116-135.
- [31]Huettnner, F., and M. Sunder. Axiomatic Arguments for Decomposing Goodness of Fit According to Shapley

- and Owen Values[J]. *Electronic Journal of Statistics*, 2012, (6):1239–1250.
- [32] Satyanath, S., N. Voigtlander, and H. Voth. Bowling for Fascism: Social Capital and the Rise of the Nazi Party[J]. *Journal of Political Economy*, 2017, 125(2):478–526.
- [33] Schumpeter, J. *Capitalism, Socialism and Democracy*[M]. New York: Harper & Brother Press, 1942.
- [34] Sterck, O. On the Economic Importance of the Determinants of Long-Term Growth [R]. Centre for the Study of African Economies Working Paper, 2018.
- [35] Sterck, O. Stars, Wars, and Development[R]. SSRN Working Paper, 2019.
- [36] Wang, Q. J., G. F. Feng, Y. E. Chen, J. Wen, and C. P. Chang. The Impacts of Government Ideology on Innovation: What Are the Main Implications[J]. *Research Policy*, 2019, 48(5), 1232–1247.

What Determines the Chinese Firms' Technological Innovation —A Re-Empirical Investigation Based on the Previous Empirical Literature of Nine Chinese Economics Top Journals and A-Share Listed Company Data

FENG Gen-fu¹, ZHENG Ming-bo¹, WEN Jun¹, ZHANG Cun-bing²

(1. School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China;

2. Business School, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Numerous empirical literature has discussed the main determinants of the Chinese firms' technological innovation from different perspectives, but the inconsistent conclusions are reached. This paper expands the economic importance indicator by introducing statistical significance and hence firstly proposes and designs a new indicator for evaluating the relative importance of variables. Based on this new indicator and the 172 articles which are published in nine Chinese economics top journals spanning the period from 2008 to 2018, this paper uses the data of 1457 Chinese A-share listed companies to empirically re-analyze the relative importance of the selected determinants of the Chinese firms' technological innovation, and find the main determinants of the Chinese firms' technological innovation and heterogeneity in different firms with heterogeneous ownership and industries. The results show that firm scale is the internal key determinants of the Chinese firms' technological innovation while regional financial development, industrial structure, and property rights protection are external key determinants; in addition, the influence of regional financial development on technological innovation for private enterprises and enterprises in high-tech industries is more significant compared with state-owned enterprises and enterprises in non-high-tech industries; further, regional industrial structure is more essential in technological innovation of state-owned enterprises and enterprises in non-high-tech industries. Overall, the key points of future enterprises' innovation promoting policy should lay on strengthening more excellent enterprises, enhancing financial supplied-side structural reform, constructing modern industrial system quickly as well as improving property rights protection institutions.

Key Words: firms' technological innovation; determinants; economic importance; statistical significance; patent applications

JEL Classification: B41 O31 O32

[责任编辑:李鹏]