

制造业技术创新门槛效应实证研究

——基于人力资本视角

郑振雄, 陈凌镞

(福建江夏学院 经济贸易学院, 福建 福州, 350108)

[摘要] 技术创新是制造业转型升级的主要驱动力量, 而人力资本与技术创新密不可分。基于我国 2008—2014 年制造业分行业数据, 引入面板门槛回归模型, 对技术创新是否具有人力资本门槛效应进行实证检验, 并进一步分析存在门槛效应情况下人力资本和技术创新之间的关系。实证结果显示, 技术创新与人力资本存在门槛效应, 且在不同人力资本区间内, 人力资本对技术创新产生不同的正向影响力度。最后, 针对人力资本密集度不同的行业提出了相应的建议。

[关键词] 技术创新; 人力资本; 门槛效应

[中图分类号] F426

[文献标识码] A

[文章编号] 2096-3300 (2018) 01-0038-10

当前, 制造业与新一代信息技术深度融合, 正在引发影响深远的产业变革, 全球制造业格局亟需重大调整, 世界各国面临着抢占制造业制高点的新一轮竞争。而现阶段我国虽为全球第一的制造业大国, 却仍处于“大而不强”的阶段, 自主创新能力不强, 制造业后发优势与创新投入相对不足。随着经济进入新常态, 用以保持我国制造业传统竞争优势的多种要素约束日益趋紧, 使原有粗放式的发展道路越走越窄。从外部形势来看, 中低收入国家竞争中低端制造转移, 发达国家高端制造回流, 这对我国制造业造成“双向挤压”, 给制造业带来了严峻的挑战。在当前劳动力

密集型产业优势减退、人口红利下降、劳动力成本上升以及面临外部激烈竞争的严峻形势下, 技术创新成为驱动我国制造业转型升级的主要力量。而限制我国工业进一步提升竞争力的瓶颈之一便是高素质的人力资本特别是技术创新型人力资本相对匮乏。中国作为工业大国, 若要成功转型为工业强国, 还需为技术创新“储蓄”人力资本, 以便形成新的经济增长点, 塑造国际竞争新优势, 抢占制造业的未来发展先机。

一、文献述评

关于制造业技术创新的文献比较丰富, 国内外学者从不同角度进行了研究。国外学者采用 SFA

收稿日期: 2017-11-06

基金项目: 福建省中青年教师教育科研项目“福建省跨越中等收入阶段技术进步方向研究”(JAS170556)。

作者简介: 郑振雄(1981-), 男, 福建莆田人, 讲师, 博士, 研究方向: 宏观经济;

陈凌镞(1993-), 女, 福建泉州人, 本科生, 研究方向: 宏观经济。

和 DEA 方法进行研究,发现不同规模企业创新效率并不相同^[1-4]。Hulya^[5]采用 Hansen 静态面板数据门限回归模型,以 2003—2007 年土耳其制造业企业的面板数据为基础,研究发现研发强度对技术创新能力具有门槛效应,在不同门槛区间内呈现不同的正向作用力度,且受知识扩散的影响。国内学者采用不同方法,从创新的投入和产出方面做了研究,发现创新效率在不同行业和区域间存在差异,技术创新效率总体偏低,改善不明显,即技术创新绩效处于较低水平^[6-7]。李宗^[8]等采用面板门槛模型研究上市公司企业规模与技术创新之间的关系,结果显示二者存在门槛效应。此外,在探讨环境规制与技术创新的关系方面,徐鹏^[9]研究发现环境规制对技术创新具有门槛效应,且其促进作用存在地区差异,并受行业结构影响。李平、王春暉^[10]选取我国 27 个省份自 2001 年至 2008 年的面板数据进行探究后发现,政府科技资助对技术创新具有门槛效应,且随着资助强度的提高,正向作用越显著。

从以上研究可以看出,国内外学者对制造业与技术创新关系的研究进程以及对于技术创新门槛效应的探讨都具有重要的理论意义和现实意义,为进一步研究此类问题奠定了坚实的基础,但也存在一定的局限性和不足。第一,从研究角度来看,文献大多集中于区域层面进行研究,由于各个区域经济发展水平等因素存在差异,地区结论推广到全国,代表性略显不足。虽然也有少数文献在全国范围内展开对制造业与技术创新关系的分析,但研究二者之间存在的复杂非线性关系的更是少之又少。第二,从研究对象来看,目前国内学者仅限于研究企业规模、政府科技资助和环境规制等变量与技术创新之间的关系,且所选样本集中在探讨制造业个别行业,诸如石油、化学等行业的上市公司技术创新状况,其他行业的研

究并没有涉及。第三,从研究角度来看,人力资本作为技术创新的重要因素,还缺乏足够的探讨。因此本文从新的研究视角的人力资本出发,基于 Hansen 的静态面板数据门槛模型,利用制造业分行业规模以上工业面板数据,对制造业技术创新与人力资本之间的关系进行实证分析,检验是否存在人力资本门槛效应;进一步,如果存在人力资本门槛效应,检验人力资本对于技术创新是否存在多重门槛,并分析人力资本在各门槛区间对制造业技术创新的影响力度。

二、制造业技术创新门槛效应实证研究

制造业各行业在人力资本水平、政府资助力度等方面的差异造成了制造业各行业技术创新发展现状的不同。因此,采用 Hansen 的静态面板回归模型构建人力资本对技术创新的门槛模型并进行检验和分析,同时设定简单多元线性模型和二次函数模型进行对比分析。

(一) 变量与数据

1. 研究样本

由于不同年份的统计口径有所变化,基于面板数据的可得性,本文主要选取 2008—2014 年我国制造业纺织业、烟草制品业、黑色金属冶炼和压延加工业、纺织服装、有色金属冶炼和压延加工业、食品制造业、专用设备制造业、仪器仪表制造业、服饰业、皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业、金属制品业、木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业、家具制造业、医药制造业、造纸和纸制品业、电气机械、酒、饮料和精制茶制造业、印刷和记录媒介复制业、文教、工美、体育和娱乐用品制造业、计算机、通信和其他电子设备制造业、化学纤维制造业、农副食品加工业、橡胶和塑料制品业、非金属矿物制品业、通用设备制造业和器材制造业这 26 个分行业的统计数据实证分析。样本总量为 $26 \times 7 = 182$ 个。

2. 变量选取和数据说明

(1) 因变量 (RD)

本文研究的是人力资本与技术创新二者之间的关系,因此技术创新为被解释变量。以技术创新投入角度出发,选取制造业分行业 R&D 内部经费支出作为技术创新能力的衡量指标,该指标更能直观反映技术创新能力。数据来源于 2009—2015 年《中国科技统计年鉴》。

(2) 门槛变量

选取人力资本 (HC) 作为门槛变量,采用 R&D 人数占从业人员平均数的比值来检验人力资本与技术创新之间是否存在人力资本的门槛效应及其门槛数量;进一步分析人力资本对技术创新的影响,具体表达式为: R&D 人数/从业人员平均人数。其中, R&D 人数来源于 2009—2015 年《中国科技统计年鉴》,从业人员平均人数来源于 2009—2012 年《中国工业经济统计年鉴》、2013—2015 年《中国工业统计年鉴》。

(3) 解释变量

本文研究的是人力资本与技术创新之间的关系,但由于人力资本与行业资产规模息息相关,即行业资产规模的大小会对人力资本产生影响,故选取行业资产规模 (IA) 作为主要解释变量。考虑到数据的代表性及可得性,本文以规模以上制造业分行业

固定资产净值为行业资产规模的有效替代变量,该数据来源于 2009—2012 年《中国工业经济统计年鉴》、2013—2015 年《中国工业统计年鉴》。由于年鉴给定数据均为名义值,故以固定资产投资价格指数将其平减为实际值 (2007 年=100)

(4) 控制变量

已有研究表明,政府资助显著影响行业 R&D 投入,而研发投入研究中常把技术机会这个因素考虑在内,因此设定政府资助 (GF) 和技术机会 (TO) 两个变量为控制变量。政府资助 (GF) 选用规模以上制造业分行业的政府 R&D 资助作为行业政府资助的解释值,其数据来源于 2009—2015 年《中国科技统计年鉴》。技术机会 (TO) 以 R&D 支出占主营业务收入的比重来衡量,表达式为: R&D 支出/主营业务收入。其中, R&D 支出来源于《中国科技统计年鉴》,主营业务收入来源于 2009—2012 年《中国工业经济统计年鉴》、2013—2015 年《中国工业统计年鉴》。

3. 样本的描述性统计分析

在进行实证检验之前,先对样本进行描述性统计。选用 STATA12.0 统计分析软件,先对各变量选取的样本数据进行统计性分析。具体描述性统计结果如表 1。

表 1 主要变量的描述性统计
Tab. 1 Descriptive statistics of the main variables

变量名称	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
研发投入/亿	182	178.2982	235.9383	4.03654	1392.513
人资本/%	182	0.0190687	0.0173342	0.001	0.0983
行业资产规模/亿	182	4686.325	4306.209	418.93	21348.77
门槛变量/%	182	0.0190687	0.0173342	0.001	0.0983
政府资助/亿	182	6.726277	9.716323	0.0145	56.8565
技术机会/%	182	0.1277214	0.298034	0.0011	1.0027

从表1来看,制造业分行业平均研发费用支出较高,年均值达到178.2982亿元。而行业资产规模差异显著,样本行业人力资本介于0.001与0.0983之间,表明所选行业样本人力资本情况多样,使得人力资本和技术创新二者关系的研究更具代表性。

(二) 模型设定

1. 简单多元线性回归模型

假设人力资本与技术创新之间存在简单的线性关系,则简单多元线性回归模型I如式(1)所示。

$$RD_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 HC_{it} + \alpha_2 IA_{it} + \alpha_3 GF_{it} + \alpha_4 TO_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

式(1)中: RD_{it} 表示制造业第*i*个行业第*t*年的R&D投入; HC_{it} 表示制造业第*i*个行业第*t*年的人力资本; IA_{it} 表示制造业第*i*个行业第*t*年的行业资产规模; GF_{it} 表示制造业第*i*个行业第*t*年的政府资助; TO_{it} 表示制造业第*i*个行业第*t*年的技术机会。*i*、*t*分别为截面、时间下标,其中*i*=1,2,⋯,26; *t*=1,2,⋯,7; μ 为随机扰动项。

2. 二次函数模型

假设人力资本与技术创新之间存在非简单的线性关系,即存在U型曲线关系,则模型I可转化为在模型II,如式(2)所示。

$$RD_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 HC_{it} + \alpha_2 IA_{it} + \alpha_3 GF_{it} + \alpha_4 TO_{it} + \alpha_5 HC_{it}^2 + \alpha_6 IA_{it}^2 + \mu_{it} \quad (2)$$

模型II反映人力资本(HC)和行业资产规模(IA)与技术创新投入指标(RD)呈二次函数关系,而下文具体进行实证分析时,也将人力资本与行业资产规模的二次项分别加入模型。

3. 门槛回归模型

选取简单多元线性回归模型和二次函数模型作对比,进一步设定面板门槛回归模型,从而检验人力资本与技术创新之间是否存在门槛效应。单一门槛模型III设定如式(3)所示。

$$RD_{it} = \alpha_0 + \lambda_1 HC_{it} * I(p_{it} \leq \gamma) + \lambda_2 HC_{it} * I(p_{it} >$$

$$\gamma + \alpha_2 IA_{it} + \beta_1 GF_{it} + \beta_2 TO_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

式(3)中*p*为门槛变量,表示表示制造业第*i*个行业第*t*年的R&D投入, γ 为门槛值,此为单一门槛模型,故将给定样本观测值分成两个门槛区间。可扩展为双重门槛模型。

(三) 实证结果分析

1. 多元线性模型与二次函数模型结果分析

在多元线性模型的基础上,分别添加人力资本和行业资产规模的二次项(具体结果如表2所示)。

从表2可以看出,在简单多元线性模型I中:(1)人力资本对行业技术创新有显著积极作用(4994.247),这表明在行业人员规模较稳定时,研发人员占有所有从业人员中的比重越大,越有助于行业增加技术创新投入;(2)行业资产规模对技术创新有正向作用(0.0129808),说明制造业行业资产规模越大,对技术创新投入的资金越多,进而促进该行业进行技术创新,但影响力度较小;(3)政府资助和技术机会同样表现出显著正向影响,其中政府资助对行业技术创新的积极作用更明显。

二次函数模型II_1和二次函数模型II_2是在简单多元线性回归模型的基础上分别加入人力资本和行业资产规模的二次项。模型II_1在添加人力资本二次项后,人力资本对技术创新的消极影响显著(-434.0187),而人力资本的二次项则表现为明显的积极作用(78749.58),这说明人力资本与技术创新之间表现为先递减后递增的关系,存在显著的U型关系。而模型II_2在增加行业资产规模二次项后,行业资产规模仍发挥积极的正向作用。模型II_3加入人力资本二次项行业资产规模二次项后,行业资产规模对技术创新仍有积极影响(0.0069938),且作用力度有所提高,人力资本二次项表现为显著正向作用(78680.097),但人力资本仍有明显的反作用(-382.7037),说明人力资本和技术创新之间呈现显著的U型关系。控制变量政府资助和技术机会均表现

为积极的正向作用，这与简单多元线性模型的分析结果的作用方向一致。

对比简单多元线性模型与二次函数模型，多元线性模型的拟合优度为 0.885 8，均低于二次函数模型

的拟合值，这表明后者在这一关系描述上更为贴切，同时也说明人力资本与技术创新二者之间并非简单的线性相关。

表 2 多元线性模型与二次函数模型分析

Tab. 2 Analysis of multivariate linear model and quadratic function model

变 量	模型 I	模型 II_1	模型 II_2	模型 II_3	
	技术创新				
解释变量	人力资本	4994.247 (0.000*)	-434.0187 (0.664)	5040.941 (0.000*)	-382.7037 (0.690)
	行业资产规模	0.0129808 (0.000*)	0.0216463 (0.000*)	0.0045964 (0.296)	0.0069938 (0.080)**
	人力资本二次项		78749.58 (0.000*)		78680.097 (0.000*)
	行业资产规模二次项			8.40e-07 (0.000*)	8.38e-07 (0.000*)
控制变量	政府资助	10.24488 (0.000*)	10.00786 (0.000*)	11.10656 (0.000*)	10.86776 (0.000*)
	技术机会	2.581993 (0.899)	-1.998553 (0.914)	7.285567 (0.711)	2.698133 (0.879)
常数项	-76.5317 (0.000*)	-34.09422 (0.005*)	-48.935 (0.000*)	-6.598723 (0.623)	
R^2	0.8858	0.9061	0.8935	0.9138	

注：(1) 表格中的数据为估计量；(2) 小括号内为 P 值，*、** 分别表示估计量在 1%、10% 的显著性水平下显著。

2. 面板门槛模型结果分析

依据 Hansen 面板门槛模型相关理论，本文着重研究行业的技术创新和人力资本二者是否存在门槛效应，故将行业资产规模设为自变量，其他变量则作为模型的控制变量。通过研究确认门槛效应是否

存在，如若存在，将进一步检验门槛个数，并计算相应门槛值。在进行门槛效应的验证时，将显著性水平设定为 1%、5% 和 10%。模型 III 的门槛效果自抽样检验如表 3 所示。

表 3 门槛效果自抽样检验

Tab. 3 Self-sampling test of threshold effect

模型	F 值	P 值	BS 次数	临界值		
				1%	5%	10%
单一门槛	110.477*	0.000	1000	94.259	81.511	68.065
双重门槛	87.168*	0.000	1000	-9.394	-21.370	-30.052
三重门槛	0.000	0.166	1000	0.000	0.000	0.000

注：* 表示为在 1% 统计水平下显著。

由表3可知,单一门槛和双重门槛的门槛效果自抽样检验的 P 值远小于 0.01,说明其在 1%的显著水平下通过了 LM 检验,同时也说明其在 5%统计水平下显著;而三重门槛的 P 值为 0.166,说明在 10%的统计水平下不显著。上述检验结果表明模型 III 仅存在两个门槛值。

进一步计算得出,模型 III 的第一个门槛值 γ_1 为 0.040, LR 趋势图如图 1,表示单一门槛模型门槛值估计值在 95%置信区间时的 LR 函数图像。其中 LR 表示似然统计值,红色虚线部分表示 95%的置信值(为 7.35)。

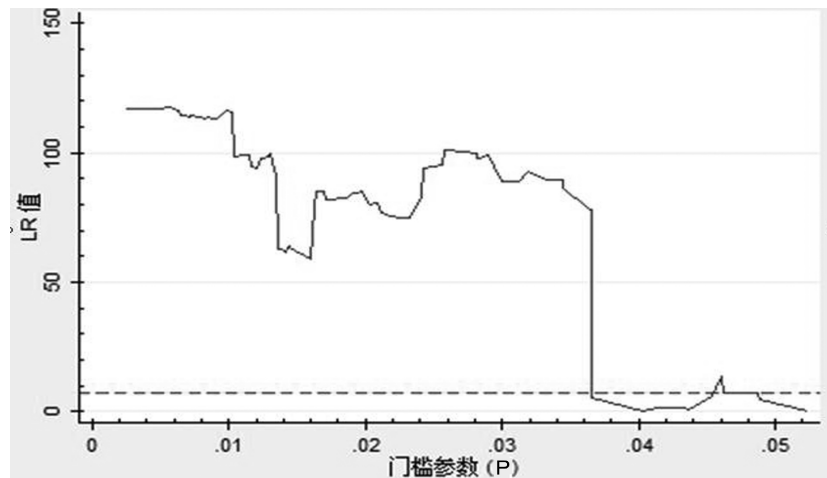


图1 单一门槛模型置信区间

Fig. 1 Confidence interval of a single threshold model

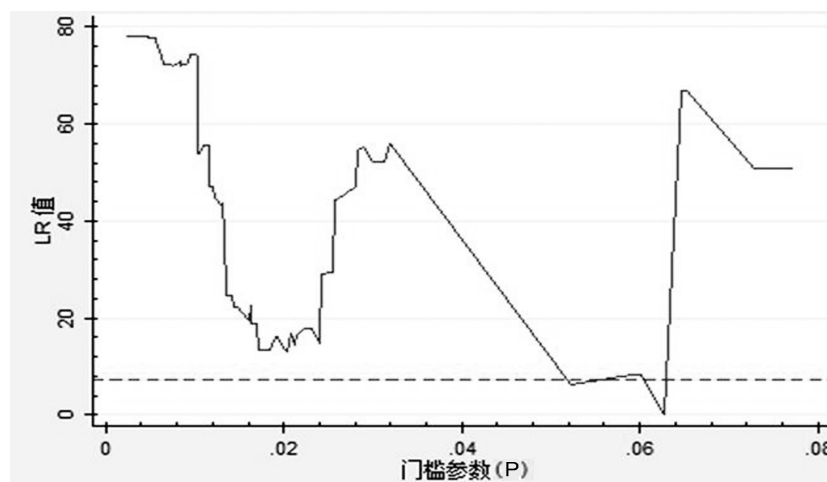


图2 双重门槛模型置信区间(第二门槛)

Fig. 2 Confidence interval of double threshold model (the second threshold)

固定第一个门槛值后得出第二个门槛值 γ_2 为 0.063,图 2 表示第二门槛模型门槛值估计值在 95%置信区间时的 LR 函数图像。

重新估计后的门槛值 γ_1 为 0.020,图 3 表示重新确定第一个门槛值估计值在 95%置信区间时的 LR 函数图像。

固定第二个门槛值后重新确定第一个门槛值,

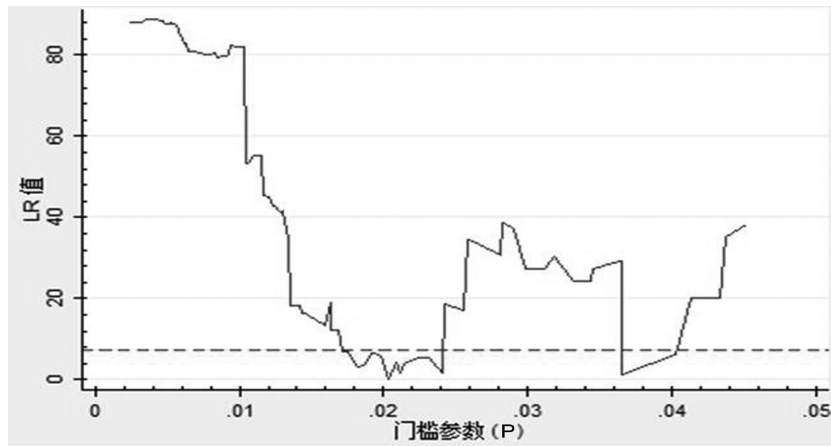


图 3 双重门槛模型置信区间 (重估第一个门槛值)

Fig. 3 Confidence interval of double threshold model (revaluation of the first threshold)

由上可得模型 III 人力资本门槛估计值及其 95% 技术创新的门槛模型中，技术创新具有人力资本门槛置信区间，如表 4。由此得出结论：人力资本与技术效应，并且为双重门槛模型。

表 4 人力资本门槛估计值及其 95% 置信区间

Tab. 4 Estimation of human capital threshold and 95% confidence interval

门槛值	95% 置信区间
$\gamma_1 = 0.020$	(0.017 , 0.040)
$\gamma_2 = 0.063$	(0.052 , 0.063)

进一步分析技术创新的人力资本门槛模型的实证结果 (详见下表 5)，不难发现人力资本具有门槛效应，具体体现在人力资本在不同门槛区间对制造业分行业技术创新投入的影响力度不同。

表 5 面板门槛模型结果分析

Tab. 5 Analysis of the panel threshold model

模型 III (门槛模型)		
被解释变量	技术创新	估计结果
门槛变量	人力资本_1	0.014245 (0.000*)
	人力资本_2	0.0304158 (0.000*)
	人力资本_3	0.0801202 (0.000*)
控制变量	政府资助	5.685001 (0.000*)
	技术机会	1.907518 (0.901)
	常数项	20.37418 (0.021**)
	R^2	0.9225

注：(1) 表格内未加括号的数值为估计量，括号内为对应的 P 值；(2) *、** 分别表示估计量在 1%、5% 统计水平下显著。

由表5的回归结果可知,研发人员占有所有从业人员中的比重与研发经费投入显著正相关,即人力资本对制造业分行业技术创新存在明显的门槛效应。低于第一门槛值时人力资本的正效应小于高于第一门槛值的正效应,人力资本低于第二门槛值的正效应小于高于第二门槛值的正效应;也就是说,人力资本对技术创新的门槛效应随着门槛值的变化而越发明显,这表明人力资本到达一定值后,人力因素对行业技术创新的影响程度增强。

政府资助的估计系数为5.685 001,其对技术创新的影响显而易见,呈现显著正相关,这表明制造业分行业研发的政府资助能够在一定程度上影响制造业分行业的技术创新投入决策。同样地,技术机会对技术创新投入也产生积极的正向影响(1.907 518),从本文技术机会的含义(R&D支出占营业收入的比重)可知,研发支出占营业收入的比重越高,对技术创新投入决策的影响就越大。

综上所述,人力资本与技术创新二者之间的关系既不能以简单的线性函数来描述,也不能用二次函数模型进行解释。反之,二者的关系更适合以分段线性函数体现,即人力资本门槛效应更能深入地反映出人力资本与技术创新的关系。同时,模型Ⅲ的拟合优度为0.922 5,均高于模型Ⅰ和模型Ⅱ的拟合优度。随着研发人数占从业人员数的比重增加,制造业分行业的技术创新投入增加,当比值超过0.020时,人力资本对技术创新的影响力度加大;也就是说,当人力资本大于0.063时,人力资本对技术创新的正向影响力度达到最大。

三、结论和政策建议

人力资本是影响行业技术创新不可忽略的重要因素。人力资本与技术创新之间的关系对于制造业各行业的发展乃至国家竞争力的提高都有着相当重要的作用。因此,在理论与实践,这一问题都应引起重视。以往在人力资本与技术创新二者关系的研究上并没有一致的结论,一方面由于决定行业技

术创新的因素相对复杂,另一方面则是不同人员进行研究所设置的变量、选取的样以及采用的检验方法存在差异,使得研究结论有所偏差。本文实证结果显示:人力资本对技术创新确实存在门槛效应。具体表现为存在两个门槛值,门槛效应显著,且在三个不同人力资本区间内,人力资本对技术创新产生不同的影响力度。不难看出,人力资本对技术创新起正向作用,并且随着行业资产规模的增大有所增强,表现为资产规模较大的行业更有利于技术创新。

同时,人力资本与技术创新还受到技术机会和政府资助这两个因素的影响,二者对行业技术创新呈显著的积极影响。制造业各行业要合理规划技术创新投入。处于不同人力资本区间的行业在作出行业技术创新投入决策时,应根据本行业的人力资本状况选择合适的创新投入,使得技术创新投入决策实现效益最大化。人力资本相对较低的行业,在制定技术创新投入决策时要将投入的效用性考虑在内,又或者在人力资本跨越一个门槛后,适时调整技术创新的投入,以实现最大的投入使用价值。特别是在人力资本达到0.063时,因人力资本的影响力度最大,此时行业应遵照效用最大化原则及时对技术创新的投入进行调整,以获取最大的经济效益。

本文研究表明,政府鼓励行业中更具竞争力的高人力资本行业来带动制造业转型升级有一定的可取性,高人力资本行业拥有更多的技术机会,对技术创新投入就越多。但对于人力资本密集度不同的行业,政府和企业还应制定差异化的对策措施。

1. 高人力资本行业技术创新战略

相对制造业其他行业而言,人力资本较高的行业具有更优越的内部环境,在一定程度上也表明该行业更注重技术创新,获得的技术机会也就更多。因此,对于高人力资本行业而言,提升技术创新支撑保障能力、增强技术创新研究开发能力和提升技术创新环保能力至关重要。

(1) 提升技术创新支撑保障能力

提升技术创新支撑保障能力要从完善技术创新政策法规体系和完善技术创新金融体系着手。其中,技术创新活动的资金是制造业创新活动的首要问题。政府可以区域为基础,选定该区域发展状况较好的高人力资本行业,建立以企业为主、政府为辅、相关环节互相协作的复杂化投融资体系。

首先,政府应制定相关政策确定划拨专项资金用于产学研合作,支持具有巨大发展潜能的创新项目;其次,在已有专项资金的基础上,实行资金筹集多元化,如与相关银行机构协调,成立专属区域的制造业科研专项研发资金或者专项贷款,且跟踪贷款去向,从根本上发挥产学研资金本身的创新功能;最后,政府还应发挥其服务职能,实施税收调节、资金拨付和财政支持等措施,为企业引导资金,从而激发企业更多地开展创新活动。同时,还应出台相关规定,完善及深化企业技术创新的奖励机制、加强以企业技术创新为核心内容的税收激励体系。

(2) 增强技术创新研究开发能力

技术创新能力的核心是技术创新研究开发能力,因此有效地开发进而提高技术创新研究开发能力将有助于高人力资本行业实现技术创新能力的提升。而作为技术创新的关键技术和通用技术——产业共性技术,存在着投入多、难度大、外部性强和风险高等问题。故要增强技术创新研究开发能力,首先应依靠政府调动资源,增加财政收入,积极引导R&D资源配置;除此之外,还应增加对产业共性技术的供给,并积极研发控制外部性及风险性的解决措施,从根本上提升技术创新研究开发能力。

(3) 提升技术创新环保能力

企业作为技术创新活动和市场经济活动的主体,应顺应绿色低碳的理念,推行绿色技术创新、推进绿色制造。第一,企业在组织创新、研发创新和管理创新时,应构建环境成本核算评价体系。在企业会计账户体系中拟增环境成本账户,督促企业在进

行技术创新活动时考虑环境效益,从而积极改造现有生产技术。立足通过多种渠道降低环保成本,进而降低产品总成本。第二,建立国外绿色制造技术发展数据库。建立该数据的目的是寻求适用于自身发展的先进制造技术。鉴于当前我国绿色制造技术尚不成熟,适时消化吸收处于国际前沿的绿色制造技术,并综合我国制造业实情进行开拓创新才是实行绿色制造的关键。除此之外,政府还应通过经济政策手段,引导绿色制造,并制定切实可行的资源优惠政策,保护和限制不可再生资源 and 稀缺能源,而对于高耗能、高污染的制造方式还应严加控制,加强环保处罚力度,促使企业向绿色制造过渡。

2. 中低人力资本行业技术创新战略

对于人力资本较低的制造业行业,技术创新型人才才是保障其进步和发展最为珍贵的资源。而要提高R&D人数在从业人员中的比重,就要求企业积极探索和完善技术创新人才培养和选用机制,为技术创新型人才营造良好的外部环境。因此,加快建设企业研发中心显得尤为重要。

在竞争日趋激烈的今天,较高水平的研发中心是制造业企业和行业快速成长的助推器。不仅高人力资本行业需要加强建设,中低人力资本行业更要以此来促进企业创新成果的转化。因此,这些行业应抓住机遇,加快发展具备一定水平的研发中心,渐渐形成以政府牵头带动发展、高人力资本行业为核心,中低人力资本行业为主体的研发创新体系,争取向高人力资本行业转化,进而更好地发挥人力资本对技术创新的作用,推进中国制造业转型升级。

参考文献:

- [1] GREGORY N, STOCK A, NOEL P, et al. Firm size and dynamic technological innovation [J]. *Technovation*, 2002, 22 (9): 537-549.
- [2] ANA F, PAUL F, ALISTAIR B. Production technologies and technical efficiency: evidence from Portuguese manufacturing industry [J]. *Applied Economics*, 2005, 37

- (9): 1037-1046.
- [3] MUSLEHUD D, EJAZ G, TARIQ M. Technical efficiency of Pakistan's manufacturing sector: a stochastic frontier and data envelopment analysis [J]. The Pakistan Development Review, 2007, 46 (1): 1-18.
- [4] CHAROENRAT E, HARVIE H, AMORNKITVIKA I, et al. Thai manufacturing small and medium sized enterprise technical efficiency: evidence from firm-level industrial census data [J]. Journal of Asian Economics, 2013 (27): 42-56.
- [5] HULYA U, MEHMET P. The impact of R&D and knowledge diffusion on the productivity of manufacturing firms in Turkey [J]. Journal of Productivity Analysis, 2015, 44 (1): 79-95.
- [6] 陈泽聪,徐钟秀.我国制造业技术创新效率的实证分析[J].厦门大学学报(社会科学版),2006(6):122-128.
- [7] 黄贤凤,武博,王建华.中国制造业技术创新投入产出效率的DEA聚类分析[J].工业技术经济,2013(3):90-96.
- [8] 李宇,张瑶.制造业产业创新的企业规模门槛效应研究——基于门槛面板数据模型[J].宏观经济研究,2014(11):96-106.
- [9] 徐鹏.环境规制与技术创新——基于产业结构下的门槛效应分析[J].现代经济信息,2015(5):9-10.
- [10] 李平,王春晖.政府科技资助对企业技术创新的非线性研究——基于中国2001-2008年省级面板数据的门槛回归分析[J].中国软科学,2010(8):136-147.

An Empirical Study on the Threshold Effect of Technology Innovation in Manufacturing Industry —A Perspective of Human Capital

ZHENG Zhenxiong, CHEN Lingrong

(College of Economics and Trade, Fujian Jiangxia University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Technological innovation is the main driving force for transformation and upgrading of manufacturing industry, and human capital and technology innovation are inseparable. Based on 2008-2014 panel data of China's manufacturing sector, this paper introduces panel threshold regression model to examine whether human capital has a threshold effect on technological innovation and further analyzes the relationship between human capital and technological innovation in the presence of threshold effect. The empirical results show that within different ranges of human capital, human capital has a positive effect on technology innovation with different extent. Finally, it puts forward corresponding solutions to industries with different intensity of human capital.

Key words: technological innovation; human capital; threshold effect

(责任编辑:杨成平)