

【产业经济】

技术进步适宜性与创新驱动产业结构调整

——基于技术进步偏向性视角的实证研究

孔宪丽^{1,2}, 米美玲¹, 高铁梅^{1,2}

(1. 东北财经大学经济学院, 辽宁 大连 116025;

2. 东北财经大学经济计量分析与预测研究中心, 辽宁 大连 116025)

【摘要】 本文通过定量测度中国 33 个工业行业技术进步偏向的方向和程度, 对各行各业技术进步适宜性进行了评价。在此基础上, 通过构建一个刻画工业结构变动特征的面板数据模型, 实证分析了各工业行业技术进步偏向特征对技术创新驱动产业结构升级作用的影响效果。研究表明, 1994—2013 年中国各工业行业技术进步的偏向方向和程度有所差异; 与各行业要素禀赋结构变动特征相比, 中国工业部门内部存在一定程度的技术失衡。中国工业行业的创新投入结构对产业结构调整有显著的引致效应。技术进步的适宜程度将直接影响创新投入驱动产业结构调整的效率, 依据要素禀赋结构进行技术选择和投入有助于中国工业行业的有效增长, 而与要素禀赋结构相失衡的技术选择将使创新投入驱动产业结构调整的效率大打折扣。引导各工业行业结合自身的资源禀赋特点, 进行合理的技术创新选择, 将有效提升技术创新驱动产业结构调整的速度。

【关键词】 技术进步偏向; 要素禀赋结构; 创新驱动; 产业结构调整

【中图分类号】F424.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1006-480X(2015)11-0062-16

一、问题提出

随着中国工业化进程的推进, 中国工业部门重化工业趋势日益明显, 粗放式生产、过度投资、部分行业产能过剩等结构失衡问题已成为制约中国工业经济持续增长的突出问题。产业结构调整已成为目前中国工业经济持续发展的关键路径, 也是中国政府调整经济结构工作的重点之一。在现代经济中, 技术创新、技术变革等技术进步方式对工业结构的转型升级起着至关重要的作用。近年来, 为有效促进技术水平的提升, 实现“在创新驱动中调整产业结构”, 中国创新投入增长迅速。2014 年

【收稿日期】 2015-08-21

【基金项目】 国家社会科学基金重大项目“新常态下我国宏观经济监测和预测研究”(批准号 15ZDA011); 国家自然科学基金青年项目“中国高技术产业 R&D 投入对技术创新的内在驱动机制研究”(批准号 71303035); 教育部人文社会科学规划基金青年项目“中国工业行业经济波动产生机理及传导机制的动态计量研究”(批准号 14YJC790055)。

【作者简介】 孔宪丽(1978—), 女, 辽宁本溪人, 东北财经大学经济学院、经济计量分析与预测研究中心副教授, 经济学博士; 米美玲(1988—), 女, 河北石家庄人, 东北财经大学经济学院硕士研究生; 高铁梅(1951—), 女, 江苏盱眙人, 东北财经大学经济学院、经济计量分析与预测研究中心教授, 博士生导师。通讯作者: 孔宪丽, 电子邮箱: kittenkong@163.com。

中国研发费用支出 13312 亿元,比 2013 年增长 12.4%,比 2014 年中国 7.4% 的 GDP 增速高出 5 个百分点。然而,技术进步的发展通常耦合于资本投资和劳动积累的过程中,并对资本和劳动的边际产出产生非对称性的影响,从而促使技术进步表现出偏向特征^[1]。国外学者对技术进步偏向特征的关注较早,并从理论和实证层面对发达国家的技术进步偏向特征及其影响进行了广泛研究,如 Acemoglu^[2-6] 系统阐述了偏向性技术进步的内生化过程并利用美国数据进行了实证检验; Klump et al.^[7,8]、Ryuzo and Tamaki^[9] 和 Leon-Ledesma et al.^[10] 的研究结果分别表明欧元区、日本和美国等国家和地区技术进步具有偏向资本的特征。近年来,随着中国经济的快速增长,中国技术进步的变迁路径也日趋复杂,国内许多学者的研究表明改革开放以来中国的技术进步具有明显的偏向性^[11-15]。由于具有偏向特征的技术进步对不同生产要素边际产出的作用效果有所不同,因此,某一生产部门选择的技术进步能否最有效地带动其部门生产率的增长,要看技术进步偏向方向是否与部门要素禀赋结构相匹配。那么,中国工业快速增长的创新投入是否带来了与其要素禀赋相适应的技术进步? 中国的创新投入结构能否有效引致其工业结构乃至产业结构的调整? 中国技术进步的适宜程度是否显著影响创新投入结构对工业结构调整的驱动效应? 这些问题对“创新驱动发展战略”的有效实施、加快实现中国工业结构的转型升级至关重要。

目前,一部分学者在研究中对中国各行业的技术进步偏向程度进行了测度,如董直庆等^[16]、钟世川和雷钦礼^[17]。技术进步方向的判断依赖于要素替代弹性的测算结果,已有研究多数采用中国总体的要素替代弹性或中国工业部门的总要素替代弹性。然而,中国各工业行业的要素禀赋特征之间有明显差别,使用相同的要素替代弹性去测算各行业的技术进步偏向程度存在一定程度的偏差。并且已有关于偏向性技术进步对经济发展影响效应的研究多数只关注偏向性技术进步对要素收入份额的影响效应^[18-22],而关于各行业技术进步偏向方向与行业要素禀赋结构的契合程度及其对行业创新投入效率的影响效果却鲜有研究关注。因此,本文从中国工业行业数据入手,在分别估算中国各工业行业要素替代弹性的基础上,测度各工业行业的技术进步方向和程度。同时结合各工业行业的要素结构特征对各行业的技术创新选择结果即技术进步的适宜性进行评价,并实证分析技术进步适宜程度对创新投入结构驱动工业结构调整效率的影响效应,以期相关部门有效引导各行业进行合理技术创新选择、实现技术创新有效驱动工业结构调整提供一定的帮助。

二、技术进步偏向性、适宜性与产业结构变动的关联机理

技术进步是经济增长的主要源泉,能够有效利用资源的技术进步将带来生产率的增长,而技术进步在发展过程中呈现出明显的偏向特征。根据 Acemoglu^[4] 的定义,如果技术进步导致资本劳动边际产出比上升或下降,则技术进步偏向资本或劳动;如果技术进步不影响资本劳动产出比,则技术进步是中性的。由于具有偏向特征的技术进步对不同生产要素边际产出的作用效果有所不同,因此,某一生产部门选择的技术进步能否最有效地带动其部门生产率的增长要看技术进步偏向方向是否与部门要素投入结构相匹配。

1. 技术进步偏向方向与要素的最优投入结构

根据技术进步偏向的定义可知,如果技术进步导致资本劳动边际产出比上升或下降,则技术进步偏向资本或劳动。因此,偏向资本的技术进步将使等产量曲线变得更加平缓,而偏向劳动的技术进步将使等产量曲线变得更加陡峭^[23]。图 1 和图 2 分别表示资本偏向和劳动偏向的技术进步。

图 1 中的曲线 T_1 和 T_2 为两条等产量曲线,表示两种技术。设曲线 T_1 和 T_2 对应的产量水平相同,由于等产量曲线 T_2 比 T_1 离原点更近,显然,与技术 T_1 相比,技术 T_2 能够以更少的投入生产相同

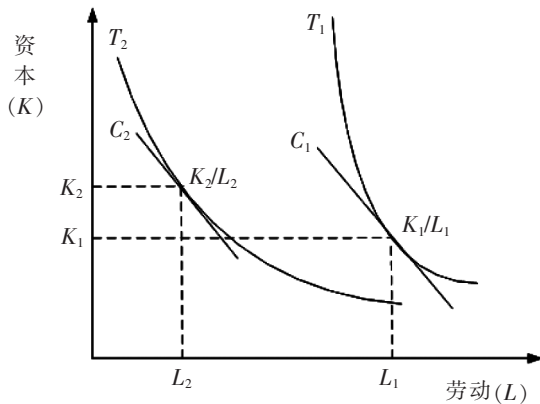


图1 资本偏向的技术进步

资料来源:作者绘制。

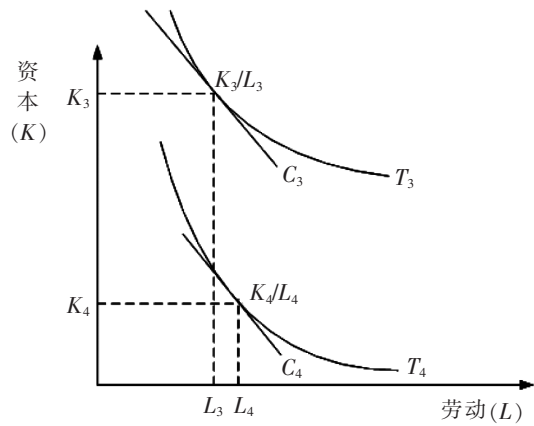


图2 劳动偏向的技术进步

资料来源:作者绘制。

水平的产量,即在产量相同时,技术 T_2 比技术 T_1 节约成本,这表明从技术 T_1 到技术 T_2 是一个技术进步。并且,由于等产量曲线 T_2 比 T_1 更加平缓,在各要素投入结构下,等产量曲线 T_2 的边际技术替代率(Marginal Rate of Technical Substitution, MRTS)均小于等产量曲线 T_1 ,从技术 T_1 到技术 T_2 ,边际技术替代率的倒数(即资本对劳动的边际产出之比)上升,因此,从技术 T_1 到技术 T_2 是一种偏向资本的技术进步。而在图 2 中,设曲线 T_3 和 T_4 为产量水平相同的两条等产量曲线,表示两种技术。由于等产量曲线 T_4 比 T_3 离原点更近,并且等产量曲线 T_4 比 T_3 更加陡峭,即在各要素投入结构下,等产量曲线 T_4 的边际技术替代率均大于等产量曲线 T_3 ,即从技术 T_3 到技术 T_4 ,资本对劳动的边际产出之比下降,因此,从技术 T_3 到技术 T_4 是一种偏向劳动的技术进步。

微观经济理论表明,能够实现企业利润最大化目标的生产要素最优投入组合一定是生产要素的价格比等于边际技术替代率。从图 1 可以看出,当劳动对资本的相对价格给定为 w_1/r_1 时,在技术 T_1 下企业实现利润最大化的生产要素最优投入组合由斜率为 w_1/r_1 的等成本线 C_1 与等产量线 T_1 的切点确定,即为 K_1/L_1 ,在技术 T_2 下企业实现利润最大化的生产要素最优投入组合由斜率为 w_1/r_1 的等成本线 C_2 与等产量线 T_2 的切点确定,即为 K_2/L_2 ,显然 $(K_2/L_2) > (K_1/L_1)$,这表明当企业选择的技术进步偏向资本时,企业所使用的新技术的最优资本密集度将更高。从图 2 可以看出,当劳动对资本的相对价格给定为 w_2/r_2 时,若等成本线 C_3 和 C_4 的斜率为 w_2/r_2 ,则在技术 T_3 下企业实现利润最大化的生产要素最优投入组合为 K_3/L_3 ,在技术 T_4 下企业实现利润最大化的生产要素最优投入组合为 K_4/L_4 ,显然 $(K_4/L_4) < (K_3/L_3)$,这表明当企业选择的技术进步偏向劳动时,企业所使用的新技术的最优资本密集度将下降,劳动密集度将更高。可见,偏向资本的技术进步使得新技术对应的最优资本密集度越来越高,而偏向劳动的技术进步使得新技术对应的最优劳动密集度越来越高。

2. 技术进步适宜性对产业结构变动的影响机理

产业结构调整的本质是生产要素在各产业之间流动而实现重新配置,在产业结构调整过程中,技术进步起着至关重要的作用。产业间不同的技术进步偏向特征将促使生产要素流向高回报率产业部门,改变生产要素在各产业间的配置结构,从而促使产业结构发生变化。此外,生产部门的技术进步偏向方向与其要素禀赋结构的契合程度,即选择的技术进步对部门要素禀赋的适宜性也将直接影响生产部门的技术创新投入效率,进而影响创新投入结构对产业结构变动的引致效应。

当一种技术(T)的资本劳动比率与该部门所存在的资本劳动比率相一致时,更确切地说,与该

部门的要素禀赋相一致时,这种技术就是适合的。偏向资本的技术进步更适合生产要素投入组合为资本密集的生产部门,而偏向劳动的技术进步更适合生产要素投入组合为劳动密集的生产部门。在完善的市场中,更加适合的技术将带来更高的生产率。而当市场存在扭曲时,或者说政府制定高于或低于均衡水平的价格,如利率上限以及被控制的信贷配置等,部门所选择的技术将存在一定程度的不适合性。不适合的技术将在一定程度上使部门生产率有所损失。

因此,在要素禀赋结构既定的情况下,技术进步偏向方向与要素禀赋结构相适合的生产部门可以使部门生产率得到更大幅度的提升,并且偏向程度越大,该部门生产率增长将越快,而技术进步偏向方向与要素禀赋结构相失衡的生产部门,其技术进步对部门生产率的提升效率将有所损失,并且失衡程度越大,损失幅度越大。可见,如果生产部门的技术创新活动能够产生适合该部门要素禀赋结构的技术进步,该部门生产率将得到有效提升,部门创新投入效率更高,部门创新投入比重的增加将有效带动部门产出比重的提升。相反,如果生产部门的技术创新活动产生的技术进步与该部门要素禀赋结构相失衡,将使部门创新投入提升生产率的效率有所损失。

三、中国工业行业技术进步偏向性的测度及其适宜性分析

为了对中国工业部门各行业技术进步的适宜性进行准确的评价,这里对中国各工业行业的技术进步偏向性进行测度和分析。

1. 行业技术进步偏向性的测度

(1)技术进步方向指数。本文参考 David and Klundert^[24]关于技术进步方向的研究,假设各工业行业的生产函数均为要素替代弹性不变的 CES(Constant Elasticity of Substitution)生产函数:

$$Y_{it} = \left[(1-\theta_i)(A_{it}L_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + \theta_i(B_{it}K_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (1)$$

其中, Y_{it} 、 K_{it} 和 L_{it} 分别为行业 i 在时期 t 的产出、资本和劳动投入, θ_i 为行业 i 的资本劳动投入分布参数, σ_i 为行业 i 的要素替代弹性, A_{it} 和 B_{it} 为行业 i 在时期 t 的劳动效率和资本效率。

由 CES 生产函数可以得到第 i 个行业 t 时期的资本劳动边际产出比:

$$H_{it} = \frac{\partial Y_{it}/\partial K_{it}}{\partial Y_{it}/\partial L_{it}} = \frac{\theta_i}{1-\theta_i} \left(\frac{B_{it}}{A_{it}} \right)^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \left(\frac{L_{it}}{K_{it}} \right)^{\frac{1}{\sigma_i}} \quad (2)$$

借鉴戴天仕和徐现祥^[12]提出的技术进步方向指数($Bias$),即由技术进步引起的资本、劳动边际产出比的变化率来定量测度中国各工业行业的技术进步偏向方向和程度,其数学表达式如下:

$$Bias_{it} \equiv \frac{1}{H_{it}} \frac{dH_{it}}{d(B_{it}/A_{it})} \frac{d(B_{it}/A_{it})}{dt} = \frac{\sigma_i-1}{\sigma_i} \left(\frac{A_{it}}{B_{it}} \right) \frac{d(B_{it}/A_{it})}{dt} \quad (3)$$

根据 Acemoglu^[4]的定义可以得出,如果 $Bias_{it} > 0$,则技术进步是偏向资本的;如果 $Bias_{it} < 0$,则技术进步是偏向劳动的;如果 $Bias_{it} = 0$,则技术进步是中性的。

在市场经济中,资本与劳动按其边际产出获得报酬,资本劳动价格比等于资本劳动边际产出比,即:

$$\frac{r_{it}}{\omega_{it}} = \frac{\partial Y_{it}/\partial K_{it}}{\partial Y_{it}/\partial L_{it}} = \frac{\theta_i}{1-\theta_i} \left(\frac{B_{it}}{A_{it}} \right)^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \left(\frac{L_{it}}{K_{it}} \right)^{\frac{1}{\sigma_i}} \quad (4)$$

其中, r_{it} 和 ω_{it} 分别为行业 i 在时期 t 的资本回报率和工资率。

将(4)式代入(1)式,有:

$$Y_{it} = \left[(1-\theta_i)(A_{it}L_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + \theta_i \left(\frac{1-\theta_i}{\theta_i} \frac{r_{it}K_{it}}{\omega_{it}L_{it}} \right) (A_{it}L_{it})^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (5)$$

由式(5)可得劳动效率与资本效率的计算公式:

$$A_{it} = \frac{Y_{it}}{L_{it}} \left[\frac{\omega_{it}L_{it}}{(1-\theta_i)(\omega_{it}L_{it} + r_{it}K_{it})} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (6)$$

$$B_{it} = \frac{Y_{it}}{K_{it}} \left[\frac{r_{it}K_{it}}{\theta_i(\omega_{it}L_{it} + r_{it}K_{it})} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (7)$$

其中, $r_{it}K_{it}$ 和 $\omega_{it}L_{it}$ 分别为行业 i 在时期 t 的资本所得和劳动所得。因此,只要估计出 CES 生产函数中的行业要素替代弹性 σ_i 和资本劳动投入分布参数 θ_i 就可以计算出行业的技术进步方向指数,进而测度该行业技术进步的偏向方向和程度。

(2)CES 生产函数的估计。关于 CES 生产函数的估计,目前学术界比较公认的是标准化系统方法。在标准化系统方法中,标准化后的 CES 生产函数和两个一阶条件分别为:

$$\frac{Y_{it}}{Y_{i0}} = \left[(1-\theta_i) \left(\frac{A_{it}L_{it}}{A_{i0}L_{i0}} \right)^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + \theta_i \left(\frac{B_{it}K_{it}}{B_{i0}K_{i0}} \right)^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (8)$$

$$\omega_{it} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial L_{it}} = (1-\theta_i) \left(\frac{Y_{it}/Y_{i0}}{L_{it}/L_{i0}} \right)^{\frac{1}{\sigma_i}} \left(\frac{A_{it}}{A_{i0}} \right)^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (9)$$

$$r_{it} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial K_{it}} = \theta_i \left(\frac{Y_{it}/Y_{i0}}{K_{it}/K_{i0}} \right)^{\frac{1}{\sigma_i}} \left(\frac{B_{it}}{B_{i0}} \right)^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (10)$$

其中, Y_{i0} 、 K_{i0} 、 L_{i0} 、 A_{i0} 和 B_{i0} 分别为相应变量的基准值(基准值用带下标 0 的变量表示),即对行业 i ,有 $\omega_{i0}L_{i0}/r_{i0}K_{i0} = (1-\theta_i)/\theta_i$ 。

假设技术进步增长满足 $A_{it} = A_{i0} e^{a_{it}(t-t_0)}$ 和 $B_{it} = B_{i0} e^{b_{it}(t-t_0)}$,并根据 Klump et al.^[7] 的建议,设定 $L_{i0} = \bar{L}_{it}$ 、 $K_{i0} = \bar{K}_{it}$ 、 $t_0 = \bar{t}$,并引入规模因子 ξ ,用以修正标准化引起的不等产出水平,即 $\xi \bar{Y}_{it} = Y_{i0}$,其中 \bar{Y}_{it} 、 \bar{L}_{it} 、 \bar{K}_{it} 与 \bar{t} 分别为行业 i 的产出、劳动、资本与年份的样本均值,则各工业行业的标准化供给面系统为:

$$\ln \left(\frac{Y_{it}}{\bar{Y}_{it}} \right) = \ln \xi + \frac{\sigma_i}{\sigma_i-1} \ln \left[(1-\theta_i) \left(\frac{L_{it} e^{a_{it}(t-\bar{t})}}{\bar{L}_{it}} \right)^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + \theta_i \left(\frac{K_{it} e^{b_{it}(t-\bar{t})}}{\bar{K}_{it}} \right)^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right] \quad (11)$$

$$\ln \left(\frac{\omega_{it}L_{it}}{\bar{Y}_{it}} \right) = \ln(1-\theta_i) + \frac{\sigma_i-1}{\sigma_i} \ln(\xi) - \frac{\sigma_i-1}{\sigma_i} \ln \left(\frac{Y_{it}/\bar{Y}_{it}}{L_{it}/\bar{L}_{it}} \right) + \frac{\sigma_i-1}{\sigma_i} a_{it}(t-\bar{t}) \quad (12)$$

$$\ln \left(\frac{r_{it}K_{it}}{\bar{Y}_{it}} \right) = \ln \theta_i + \frac{\sigma_i-1}{\sigma_i} \ln(\xi) - \frac{\sigma_i-1}{\sigma_i} \ln \left(\frac{Y_{it}/\bar{Y}_{it}}{K_{it}/\bar{K}_{it}} \right) + \frac{\sigma_i-1}{\sigma_i} b_{it}(t-\bar{t}) \quad (13)$$

利用各工业行业的产出(Y_{it})、劳动投入(L_{it})、资本投入(K_{it})、劳动所得($\omega_{it}L_{it}$)和资本所得($r_{it}K_{it}$)等数据估计该系统,得到各行业替代弹性(σ_i)以及资本劳动投入分布参数(θ_i)。

2. 中国工业行业技术进步方向指数的估算

(1)数据说明。在对中国工业各行业的要素替代弹性及技术进步偏向性进行实证研究时,考虑数据的可获得性和连续性,本文根据国家统计局2002年的行业分类标准,选取了33个二位数代码行业,数据样本区间为1993—2013年^①。各指标的具体数据选取情况如下:①行业产出(Y_{it}):本文用经各类工业品出厂价格指数平减后的各行业工业增加值来衡量各工业行业的产出水平。由于2008年以后国家统计局不再公布工业增加值数据,2008—2013年的各行业工业增加值数据用2007年的各行业工业增加值数据和2008—2013年12月的累计工业增加值增长率估算得出。②行业资本投入(K_{it}):考虑到各行业的期末固定资产净值=固定资产原值-累计折旧,可以测度出行业的资本存量水平,本文用经固定资产投资价格指数平减后的各行业固定资产净值来衡量各行业资本投入水平。③行业劳动投入(L_{it}):本文用各行业从业人员人数衡量各行业劳动投入。④行业劳动所得($\omega_{it}L_{it}$):本文以各行业每年的劳动投入数据与各行业每年的平均工资的乘积计算而来,并根据居民消费价格指数对其平减。⑤行业资本所得($r_{it}K_{it}$):受行业生产税和营业盈余数据可获得性限制,各行业资本所得数据采用各工业行业增加值减去劳动所得计算得到。

(2)各工业行业技术进步方向指数的估算。本文首先使用EViews6.0软件采用非线性三阶段最小二乘法(NL-3SLS)对各工业行业的标准化供给面系统进行估计,得到各工业行业要素替代弹性(σ_{it})和资本劳动投入分布参数(θ_{it})的估计值,并在此基础上进一步利用式(1)—式(3)计算出各行业在1993—2013年的劳动效率、资本效率和技术进步方向指数。

表1给出了33个二位数工业行业的要素替代弹性估计结果,33个工业行业按其要素替代弹性升序排列。从表1中可以看出,在33个工业行业中大多数行业的要素替代弹性均小于1,并且除个别行业替代弹性较大或较小以外,有15个行业的替代弹性估计值均介于0.75—1.00之间,这与戴天仕和徐现祥^[12]估计的中国资本劳动之间的替代弹性为0.813相一致,并且这一结果表明1993—2013年中国大多数工业行业的技术进步并不满足中性假设。从各行业要素替代弹性的具体估计值看,估计得到的33个工业行业的要素替代弹性之间存在一定程度的差异,其中木材加工及木竹藤棕草制品业(20)的要素替代弹性最高,为2.242,而金属制品业(34)的要素替代弹性最低,仅为0.391。因此,使用相同的要素替代弹性去估算中国各工业行业的技术进步方向指数,进而测算各行业的技术进步偏向方向和程度会存在一定程度的偏差。

为了客观准确地定量判断中国各工业行业的技术进步的方向和程度,本文使用估计得到的33个工业行业各自的要素替代弹性估算各行业的技术进步方向指数。

3. 中国工业部门技术进步偏向特征分析

表2给出了1996—2013年33个工业行业技术进步方向指数的统计结果。从表2中的统计结果可以看出,除2008年、2010年和2013年以外,其他年份的工业行业技术进步方向指数的均值都大于0,并且相比于1996年,2006年工业行业技术进步方向指数均值明显下降,这表明在这些年份中国工业部门中多数行业技术进步呈现出资本偏向特征,与1996年相比,2006年的偏向程度大幅降低。而2008年、2010年和2013年工业行业技术进步方向指数的均值小于0,表明在这三年中国工业部门多数行业技术进步呈现出劳动偏向特征。

中国工业部门多数行业技术进步在多数年份偏向资本的特征,与中国工业部门多年来偏好以新增机器设备等资本投资方式进行规模扩张的现象相吻合。由于新增机器设备投资蕴含的技术含量更高,资本投资规模扩张隐含着技术进步偏向资本。而国家从“十五”规划开始,更加注重调结构、

^① 本文数据均来自各年的《中国统计年鉴》,各行业每年的平均工资来自《中国劳动统计年鉴》。

表 1 33 个两位数工业行业要素替代弹性估计结果

行业代码	要素替代弹性(σ_i)	行业代码	要素替代弹性(σ_i)	行业代码	要素替代弹性(σ_i)
34	0.3911***	29	0.8501***	40	0.9601***
23	0.4027***	41	0.8802***	15	0.9703***
18	0.5113***	09	0.8821***	37	0.9662***
44	0.5412***	27	0.9036***	06	1.0457**
39	0.5483**	33	0.8993**	19	1.0641***
30	0.5923***	28	0.9121***	10	1.0737***
21	0.6028***	17	0.9201***	24	1.0317***
16	0.6572***	26	0.9242***	22	1.1032***
46	0.6801***	31	0.9289***	25	1.3912***
07	0.6851***	36	0.9461***	32	1.6821***
08	0.7692**	35	0.9498**	20	2.2417***

注: *、**、*** 分别表示双边检验中 10%、5% 和 1% 的显著性水平。行业代码对应的行业如下: 煤炭开采和洗选业(06); 石油和天然气开采业(07); 黑色金属矿采选业(08); 有色金属矿采选业(09); 非金属矿采选业(10); 饮料制造业(15); 烟草制造业(16); 纺织业(17); 纺织服装、鞋帽制造业(18); 皮革、毛皮、羽毛及其制品业(19); 木材加工及木竹藤棕草制品业(20); 家具制造业(21); 造纸及纸制品业(22); 印刷业和记录媒介的复制工业(23); 文教体育用品制造业(24); 石油加工、炼焦及核燃料加工业(25); 化工原料及化学制品制造业(26); 医药制造业(27); 化学纤维制造业(28); 橡胶制品业(29); 塑料制品业(30); 非金属矿物制品业(31); 黑色金属冶炼及压延加工业(32); 有色金属冶炼及压延加工业(33); 金属制品业(34); 通用设备制造业(35); 专用设备制造业(36); 交通运输设备制造业(37); 电器机械及器材制造业(39); 通信设备、计算机及电子设备制造业(40); 仪器仪表及文化、办公用机械制造业(41); 电力、热力的生产和供应业(44); 水的生产和供应业(46), 下表同。

资料来源: 作者整理。

表 2 1996—2013 年工业行业技术进步方向指数描述性统计

统计特征	1996	1998	2001	2003	2006	2008	2010	2013
均值	0.6438	0.2270	0.0992	0.1484	0.0828	-0.0768	-0.0320	-0.1617
最大值	2.5355	1.9494	0.6318	0.8204	0.4948	0.3473	0.1587	0.1047
最小值	-0.1098	-0.5913	-0.1532	-0.3589	-0.6694	-0.3226	-0.1867	-0.6990
标准差	0.7336	0.5205	0.1685	0.2459	0.2029	0.1173	0.0746	0.1882
行业个数	33	33	33	33	33	33	33	33

资料来源: 作者计算整理。

扩内需, 逐步向重结构、轻投入和重消费、轻投资的方向转变, 促使劳动相对于资本投资的效益优势有所显现, 进而使得中国工业部门技术进步偏向资本的程度有所下降, 甚至呈现出劳动偏向性。当然, 2008 年以后中国工业部门多数行业技术进步表现出偏向劳动特征的原因除中国经济发展方式的逐步转变外, 还在于金融危机时期, 萎缩的社会总需求使得工业行业产能过剩问题更加突出, 资本闲置成为中国很多工业行业的普遍现象, 资本利用率和生产率明显下降, 进而在一定程度上使得计算出的行业技术进步方向指数呈现出偏向劳动的特征。

图 3(横轴编号为行业二位数代码, 见表 1)进一步给出了各工业行业在 1994—2013 年间的技术进步方向指数的均值。从图中可以看出, 33 个工业行业中煤炭开采和洗选业(06)、非金属矿采选业(10)、皮革、毛皮、羽毛及其制品业(19)、木材加工及木竹藤棕草制品业(20)、造纸及纸制品业(22)、文教体育用品制造业(24)、石油加工、炼焦及核燃料加工业(25)、塑料制品业(30)和黑色金属

冶炼及压延加工业(32)等9个行业的技术进步方向指数均值为负,这表明就1994—2013年间的平均状况而言,这9个行业的技术进步具有偏向劳动的特征;其他24个工业行业的技术进步方向指数均值为正,表明平均而言其技术进步具有偏向资本的特征;33个工业行业中通用设备制造业(35)方向指数均值最大,为0.5256,皮革、毛皮、羽毛及其制品业(19)均值最小,为-0.1921,石油加工、炼焦及核燃料加工业(25)方向指数均值次小,为-0.1411。值得注意的是,石油加工、炼焦及核燃料加工业是典型的资本密集型行业,一般而言,其技术进步应偏向资本,而其实际技术进步偏向劳动的原因可能在于目前中国的石油加工、炼焦及核燃料加工业的市场竞争度较低,项目投资及产品定价等方面政府干预程度较高,进而导致该行业资本和劳动的投入产出受制度等非市场因素的影响较大。

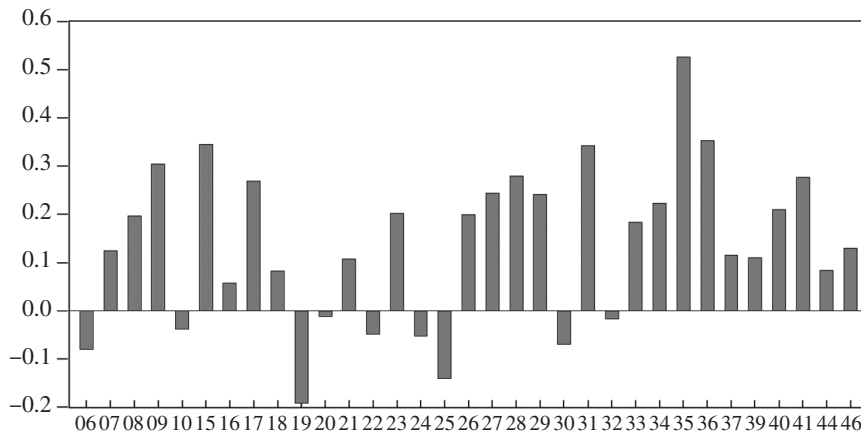


图3 1994—2013年各工业行业技术进步方向指数均值

资料来源:作者绘制。

4. 中国工业部门技术进步适宜性分析

对于资本密集型的行业来说,选择偏向资本的技术进步能更有效地发挥其要素比较优势,技术创新驱动行业增长的效果更为显著,但对于劳动密集型行业来说,资本偏向性技术进步并不适合其要素结构,这种与要素结构相失衡的技术选择将在一定程度上影响其创新投入的增长效率。这里将在33个工业行业技术进步方向指数估算结果的基础上,结合中国各工业行业的要素结构特征对中国各工业行业技术进步的适宜性进行评价。

受到生产技术及要素资源的影响,中国工业部门内部各行业的要素禀赋结构之间存在明显差异。表3给出了1996—2013年间部分年份33个工业行业的资本劳动比的统计信息。表3显示,1996年33个工业行业中资本密集度最高的行业的人均资本为20.36万元/人,而资本密集度最低的行业的人均资本仅为1.29万元/人,人均资本最高值与最低值之间相差近15.8倍,33个行业人均资本的样本标准差为4.03,并且这种差异呈逐年扩大态势,2013年资本密集度最高的行业的人均资本为110.59万元/人,是资本密集度最低行业(人均资本为1.89万元/人)的58.5倍,33个行业人均资本的样本标准差扩大为23.61。可见,工业部门内部各行业要素禀赋结构之间存在明显的差异,而且差异程度随时间推移呈明显扩大态势。

然而,与各工业行业要素禀赋结构变动特征相比,中国工业部门技术进步偏向性在行业间的分布状态并未呈现出相同的变化态势。本文前面关于工业行业技术进步偏向特征的分析表明,中国工

统计特征	1996	1998	2001	2003	2006	2008	2010	2013
均值	4.09	6.21	9.19	10.33	11.68	12.63	16.26	19.84
最大值	20.36	31.60	42.40	52.57	72.44	89.98	109.17	110.59
最小值	1.29	1.81	1.77	1.70	1.62	1.80	2.19	1.89
标准差	4.03	5.71	9.91	11.63	13.65	16.13	20.34	23.61
行业个数	33	33	33	33	33	33	33	33

资料来源:作者计算整理。

业部门多数行业技术进步在多数年份均具有偏向资本的特征,并且中国工业部门技术进步偏向性在行业间的分布经历了分散、集中、再分散的过程。这表明 1994—2013 年中国工业部门内部存在一定程度的技术失衡,各工业行业在进行技术选择时并未完全遵循其要素禀赋结构的比较优势。

本文将人均资本均值高于 9.3 万元/人(33 个工业行业平均水平)的行业认定为高资本劳动比行业,低于 9.3 万元/人的行业认定为低资本劳动比行业,其中高资本劳动比行业一般都是资本密集型行业,而低资本劳动比行业一般都是技术密集型和劳动密集型行业。图 4 进一步给出了中国工业部门内部各行业 1994—2013 年技术进步方向指数均值与人均资本平均水平之间的散点图。

从图中可以看出,平均技术进步方向指数为正的 24 个工业行业中,只有石油和天然气开采业(07)、烟草制造业(16)、化工原料及化学制品制造业(26)、化学纤维制造业(28)、有色金属冶炼及压延加工业(33)、电力、热力的生产和供应业(44)和水的生产和供应业(46)这 7 个行业的人均资本均值高于 33 个工业行业 9.3 万元/人的平均水平,而其他 17 个行业人均资本均值则位于工业部门平均水平之下。平均技术进步方向指数为负的 9 个工业行业中,造纸及纸制品业(22)、石油加工、炼焦及核燃料加工业(25)和黑色金属冶炼及压延加工业(32)这 3 个行业人均资本均值高于工业部门平均水平,而其他 6 个行业人均资本均值则位于工业部门平均水平之下。这表明就 1994—2013 年的平均状况而言,24 个选择偏向资本型技术进步的工业行业中只有 7 个行业的技术选择是符合行业要素禀赋结构的比较优势,而其他 17 个行业的技术选择则与其要素禀赋结构相失衡,9 个选择偏向劳动型技术进步的行业中只有 6 个行业的技术选择是适宜的,有 3 个行业的技术选择与其要素禀赋结构相失衡。

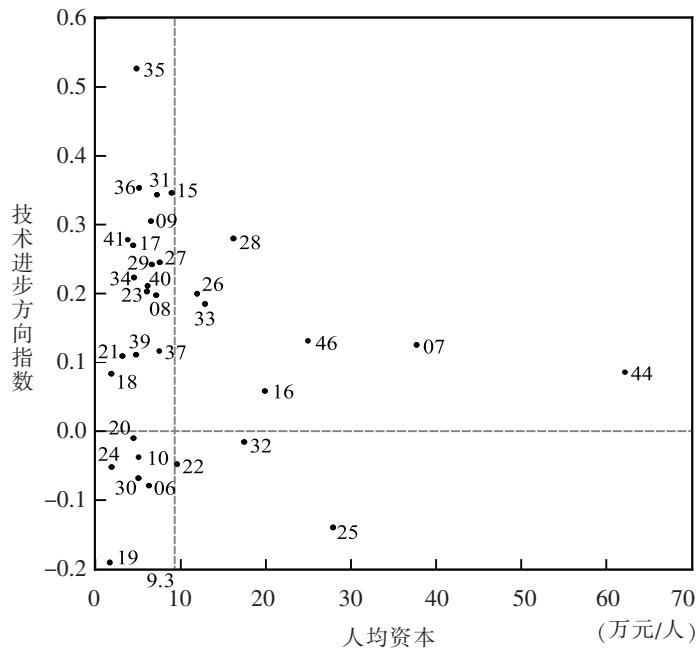


图 4 各行业技术进步方向指数均值与人均资本均值散点图

资料来源:作者绘制。

根据行业技术进步偏向特征和资本劳动比,33 个工业行业可以被划分为两部分(共四类):①技术选择符合行业要素禀赋结构的比较优势特征,即技术进步与资源禀赋相一致的行业;高资本劳动比—资本偏向型行业 and 低资本劳动比—劳动偏向型行业;②技术选择结果与其要素禀赋结构相失衡,即技术进步与资源禀赋不一致的行业;高资本劳动比—劳动偏向型行业 and 低资本劳动比—资本偏向型行业。具体分类结果如表 4 所示。

表 4 工业行业分类结果

	资本偏向型技术进步行业		劳动偏向型技术进步行业	
	行业代码	资本劳动比(万元/人)	行业代码	资本劳动比(万元/人)
高资本劳动比行业(资本密集型)	07	37.8	22	9.7
	16	20.0	25	28.0
	26	12.1	32	17.6
	28	16.3		
	33	13.0		
	44	62.3		
	46	25.1		
低资本劳动比行业(技术密集型和劳动密集型)	08	7.3	06	6.4
	09	6.6	10	5.2
	15	9.1	19	1.8
	17	4.5	20	4.6
	18	2.0	24	2.0
	21	3.3	30	5.1
	23	6.1		
	27	7.6		
	29	6.7		
	31	7.3		
	34	4.6		
	35	5.0		
	36	5.3		
	37	7.6		
	39	4.9		
40	6.2			
41	3.9			

注:资本劳动比为各行业 1994—2013 年资本(1994 年不变价水平)劳动比的平均值。

资料来源:作者整理。

从表 4 可以看出,10 个资本劳动比高于工业部门平均水平的“高资本劳动比行业”中,有 7 个行业的技术进步偏向于资本;而包含交通运输设备制造业等技术密集型行业在内的 23 个资本劳动比低于工业部门平均水平的“低资本劳动比行业”中,有 6 个行业的技术进步偏向于劳动,即 33 个工业行业中有 13 个行业技术选择符合行业要素禀赋结构的比较优势特征,其他 20 个行业技术选择结果与其要素禀赋结构相失衡。

技术进步与要素禀赋的适宜性是生产率增长的关键。对于技术进步与资源禀赋相一致的行业,即高资本劳动比—资本偏向型行业 and 低资本劳动比—劳动偏向型行业,技术进步能有效发挥其技

术效率,进而有效促进行业生产率的增长。而对于技术进步与资源禀赋相失衡的行业,即高资本劳动比—劳动偏向型行业 and 低资本劳动比—资本偏向型行业,技术进步对其生产率增长的促进作用存在一定程度的效率损失。多年来,中国工业部门中许多行业主要以引进发达国家前沿技术的途径实现技术进步,而源于高资本的先发国家的技术进步往往具有明显的资本偏向特征,偏向资本的技术进步对于资本劳动比较高的资本密集型工业行业是适宜的,但对于资本劳动比较低的技术密集型和劳动密集型工业行业则表现出不同程度的不适宜性,并且由于行业的要素禀赋在短期内存在一定程度的“锁定”特征,使得引进的前沿技术促进这些低资本劳动比行业生产率提升的效率较低,这可以在一定程度上解释为何在技术流动性不断提高的当下,中国部分技术密集型工业行业生产率仍与发达国家存在明显差距。

四、技术进步适宜性对创新驱动工业结构调整效应的影响

在中国工业部门内部,各工业行业的技术进步偏向方向与要素禀赋结构的匹配状况存在明显差异,不同工业行业所选择的技术进步适宜性有所不同,行业所选择的技术进步与其要素禀赋结构的适宜程度将直接影响其技术创新投入效率。本文进一步利用面板数据模型实证检验和分析各类具有不同技术进步适宜性特征的工业行业的技术创新投入对工业结构调整的引致效应以及其技术进步偏向特征对创新投入结构驱动工业结构调整效应的影响特征。

1. 中国工业结构变动模型的构建

工业部门由诸多生产特征不同的工业行业组成,工业结构的相关研究主要关注工业部门内部各行业之间的比例关系。本文用各工业行业增加值占工业增加值比重来具体衡量各行业在工业部门中的比例关系,即用工业行业产出结构刻画中国工业部门的结构状态。工业结构变动模型的被解释变量设定为行业工业增加值占比。同时考虑到投入要素结构是影响工业行业产出结构最为直接的影响因素,并且创新投入对产出的作用存在滞后效应,因此,模型的解释变量中包含行业资本投入占比、劳动投入占比和前期研发支出占比。

此外,在完善的市场中,更加适合的技术将带来更高的生产率,相应的创新投入结构将有效引致工业结构的调整。反之,不适合的技术将在一定程度上使部门生产率有所损失,进而影响相应创新投入结构对工业结构调整的引致效应。为了实证分析工业行业技术进步适宜性对创新投入结构引致工业结构调整效应的影响特征,本文进一步在工业结构变动模型的解释变量中引入技术进步方向指数与研发支出占比的交叉项。由于研发投入对产出具有滞后效应,因此,模型中相应变量采用一期滞后形式。

本文构建如下工业结构变动的面板数据模型:

$$y_{j,i,t} = \alpha_{j,i} + \beta_{j,1} k_{j,i,t} + \beta_{j,2} l_{j,i,t} + \beta_{j,3} rd_{j,i,t-1} + \beta_{j,4} Bias_{j,i,t-1} \times rd_{j,i,t-1} + \mu_{j,i,t} \quad (14)$$

其中,被解释变量 $y_{j,i,t}$ 为各工业行业工业增加值占比,解释变量 $k_{j,i,t}$ 、 $l_{j,i,t}$ 和 $rd_{j,i,t}$ 分别为各行业资本投入占比、劳动投入占比以及研发投入占比, $Bias_{j,i,t}$ 为各行业技术进步方向指数。下标 $j=1,2,3,4$ 分别代表高资本劳动比—资本偏向型、高资本劳动比—劳动偏向型、低资本劳动比—资本偏向型和低资本劳动比—劳动偏向型四类行业组; t 代表时期, i 代表工业行业; $\mu_{j,i,t}$ 为随机误差项。模型中技术进步方向指数与研发投入占比的交叉乘积项系数 $\beta_{j,4}$ 刻画了行业技术进步偏向对创新投入引致工业结构调整效应的影响特征。

2. 技术进步适宜性对创新引致工业结构调整效应的影响特征

式(14)所示模型中用到的行业工业增加值、资本投入和劳动投入数据来源与前面部分相同,行

业技术进步方向指数已估算而得,行业研发支出用行业 R&D 经费内部支出水平度量,数据来源于历年《中国科技统计年鉴》。

本文采用广义最小二乘法(Cross-section SUR)对各面板数据模型进行估计,估计结果见表 5。

表 5 各类行业增加值占比变动模型估计结果

参数及统计量	高资本劳动比— 资本偏向型行业	高资本劳动比— 劳动偏向型行业	低资本劳动比— 资本偏向型行业	低资本劳动比— 劳动偏向型行业
$\hat{\beta}_1$	-0.1424*** (-5.5382)	-0.0621 (-0.7191)	0.2244*** (20.4865)	0.5035*** (9.3071)
$\hat{\beta}_2$	0.4327*** (6.4413)	0.5485*** (6.9318)	0.3324*** (118.2227)	0.0955*** (5.3538)
$\hat{\beta}_3$	0.3857*** (12.6035)	0.3374*** (6.3300)	0.4397*** (64.8238)	0.3629*** (10.3678)
$\hat{\beta}_4$	0.0307** (1.9801)	0.1002* (1.9427)	-0.0875*** (-25.2350)	-0.0266* (-1.9578)
R ²	0.9914	0.9869	0.9989	0.9935
调整的 R ²	0.9907	0.9853	0.9988	0.9929
样本容量	133	57	323	114
D.W.	2.1016	1.7862	1.9829	2.0278

注:*,**,*** 分别表示双边检验中 10%、5%和 1%的显著性水平,括号中为 t 统计量。

资料来源:作者使用 EViews 软件计算而得。

(1)高资本劳动比—资本偏向型行业过度投资问题显著。式(14)中系数 β_1 表示资本投入比重对行业增加值比重的影响程度。从表 5 的估计结果可以看出,两类低资本劳动比行业的 β_1 估计结果为正且显著,表明对于这两类行业,在其他条件不变时,资本投入比重的增加将有效带动其行业增加值比重的提升。而两类高资本劳动比行业的 β_1 估计结果为负,且高资本劳动比—资本偏向型行业的 β_1 显著,表明对于这两类行业特别是高资本劳动比—资本偏向型行业,在其他条件不变时,行业资本投入比重的增加将使得行业增加值比重有所下降,表明这两类行业资本投资效率相对较低。

导致该结果出现的原因在于,高资本劳动比行业特别是高资本劳动比—资本偏向型行业中部分行业存在着显著的过度投资问题,即存在明显产能过剩情况,消化过剩产能的需要使得行业新增资本投资快速缩减,从而导致行业资本比重增长与产出比重增长之间呈现出显著的负相关关系。韩国高等^[2]的研究发现中国制造业 28 个行业中化学纤维制造业、造纸及纸制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、非金属矿物制品业、有色金属冶炼及压延加工业、化学原料及化学制品制造业和石油加工、炼焦及核燃料加工业等 7 个行业产能过剩,而 7 个高资本劳动比—资本偏向型行业中包含了化学纤维制造业、有色金属冶炼及压延加工业和化学原料及化学制品制造业 3 个产能过剩行业。2013 年中国制造业实现固定资产投资 147704.96 亿元,比 2012 年增长 18.6%,其中化学纤维制造业实现固定资产投资 1030.44 亿元,增长 16.6%,相比 2012 年增速下降 2.1 个百分点,并且比同年制造业固定资产投资增速低 2 个百分点。化学纤维制造业资本比重由 2011 年的 0.78%下降至 2013 年的 0.73%,但受已有产能逐步释放的影响,化学纤维制造业增加值比重却由 2011 年的 0.72%

小幅上升至 2013 年的 0.74%。

(2)前一期研发投入结构对工业结构调整有显著的引致效应。式(14)中研发支出占比的系数 β_3 表示,在其他条件不变时,科研投入占比变动对行业增加值占比变动的的影响程度。表 5 中的估计结果显示,四类工业行业的 β_3 估计值均为正且显著,表明行业研发投入比重的增加将显著提升行业增加值比重,对于中国工业部门来说,技术创新投入已成为影响其结构的重要因素,研发投入结构对工业结构调整有显著的引致效应。

近年来,随着中国工业部门特别是一些高技术含量工业行业研发投入支出的快速增长,中国工业结构转型升级取得了一定的成效。图 5 给出了专用设备制造业、交通运输设备制造业、电器机械及器材制造业和通信设备、计算机电子设备制造业等 4 个主要高技术行业的行业研发投入占比在 1994—2013 年间的变动情况。从图 5 中可以看出,1994 年中国专用设备制造业 4 个主要高技术行业的研发投入占比之和为 35.2%,已占到 33 个工业行业研发投入总和的 1/3 以上,2013 年上升至 45.4%。研发投入占比的快速提升使得这 4 个主要高技术行业的增加值占比之和由 1994 年的 18.4% 上升至 2013 年的 35.7%。可见,中国工业部门中高技术行业研发投入所占比重较高,并呈逐步增长态势。高技术工业行业研发投入比重的快速增长显著地拉动了行业产出比重的提升,进而促进了中国工业结构的转型升级。

(3)技术进步适宜性显著影响研发投入结构对工业结构调整的引致效应。前一期技术进步方向指数与研发支出占比交叉项的系数 β_4 刻画了行业技术进步偏向对创新投入结构引致工业结构调整效应的影响特征。表 5 显示,系数 β_4 的估计值在两类高资本劳动比行业(高资本劳动比—资本偏向型和高资本劳动比—劳动偏向型)的模型中均显著为正,这表明对于资本密集型行业,若技术进步方向指数为正,则行业研发投入比重增加对行业增加值比重上升的拉动效果更强,而若技术进步方向指数为负,则行业研发投入比重增加对行业增加值比重上升的拉动效果显著下降。因此,对于高资本劳动比—资本偏向型行业,由于其平均的技术进步方向指数为正,其行业研发投入比重增加将更有效地拉动其行业增加值比重上升,而对于高资本劳动比—劳动偏向型行业,由于其平均的技术进步方向指数为负,其行业研发投入比重增加对行业增加值比重上升的拉动效果有所降低。

表 5 显示,在两类低资本劳动比行业(低资本劳动比—资本偏向型和低资本劳动比—劳动偏向型)的模型中系数 β_4 的估计值均显著为负,表明对于低资本劳动比行业,若技术进步方向指数为负,则行业研发投入比重增加对行业增加值比重上升的拉动效果更强,若技术进步方向指数为正,则行业研发投入比重增加对行业增加值比重上升的拉动效果显著下降。因此,对于低资本劳动比—劳动偏向型行业,由于其平均技术进步方向指数为负,其行业研发投入比重增加将更有效拉动其行

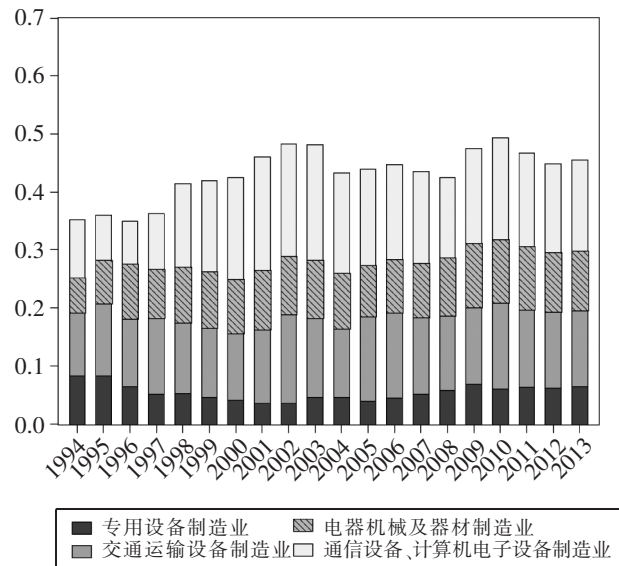


图 5 主要高技术行业研发投入占比

资料来源:作者根据《中国科技统计年鉴》数据计算绘制。

业增加值比重上升,而对于低资本劳动比—资本偏向型行业,由于其平均技术进步方向指数为正,其行业研发投入比重增加对行业增加值比重上升的拉动效果有所损失。

(4)技术失衡行业的技术进步适宜性对研发投入结构引致工业结构调整效应的影响程度更大。对比两类高资本劳动比型行业和两类低资本劳动比型行业的 β_4 估计值可以发现,高资本劳动比—劳动偏向型行业的 β_4 估计值大于高资本劳动比—资本偏向型行业,低资本劳动比—资本偏向型行业的 β_4 估计值的绝对值也大于低资本劳动比—劳动偏向型行业,由前面的分析可知高资本劳动比—劳动偏向型行业和低资本劳动比—资本偏向型行业的系数 β_4 和技术进步方向指数 $Bias$ 相乘后其作用是负效应,因此,这两个与要素禀赋结构相失衡行业的技术选择对创新引致工业结构调整的反向抑制效应更大。

可见,行业所选择的技术进步的偏向方向和程度显著影响研发投入结构对工业结构调整的引致效应。从平均状况看,高资本劳动比—资本偏向型和低资本劳动比—劳动偏向型两类行业在技术创新的过程中选择了与其要素禀赋结构相适宜的技术进步,即选择了更加适合其要素禀赋结构的新技术。更加适合的技术将带来更高的生产率,进而使得行业创新投入占比对行业产出占比的影响效果加大。而高资本劳动比—劳动偏向型和低资本劳动比—资本偏向型两类行业的技术选择结果与其要素禀赋结构相失衡,即这两类行业在技术创新的过程中选择了不适合的新技术,不适合的技术将在一定程度上使部门生产率有所损失,进而影响相应创新投入结构对工业结构调整的引致效应。并且相比之下,与要素禀赋结构相失衡的技术选择对创新引致工业结构调整的反向抑制程度更大。技术选择假说认为,一个经济的要素禀赋结构决定了这个经济的最优产业和技术条件,发展中国家更好的发展选择是遵循比较优势战略。黄茂兴和李建军^[26]也认为如果不顾自身技术条件和资源要素基础,盲目追求新技术,不仅不能有效促进技术进步,还会造成经济效率低下和资源浪费。

五、结论和启示

1. 结论

本文在估算中国33个工业行业要素替代弹性的基础上,对各行业1994—2013年的技术进步偏向方向和程度做了测算,并结合各行业的要素结构特征对各行业的技术创新选择结果进行评价,同时通过构建一个刻画工业结构变动特征的面板数据模型实证分析了中国工业行业技术进步适宜性对创新驱动工业结构调整效应的影响特征。

研究结果表明,1994—2013年中国各工业行业技术进步偏向方向和程度有所差异,与各行业要素禀赋结构变动特征相比,中国工业部门内部存在一定程度的技术失衡。中国工业行业的创新投入结构对工业结构调整有显著的引致效应。技术进步的适宜程度将直接影响创新投入驱动工业结构调整的效率,依据要素禀赋结构进行技术选择和创新投入有助于中国工业行业经济的有效增长,而与要素禀赋结构相失衡的技术选择将使创新投入驱动工业结构调整的效率大打折扣。引导各工业行业结合自身的资源禀赋特点,进行合理的技术创新选择将有效提升技术创新驱动工业结构调整的速度。

2. 政策启示

(1)创新投入结构对工业结构存在显著的引致效应,因此,政府相关部门应进一步完善相关法律法规,促使企业成为创新研发的主力军,并激励企业进一步加大创新投入及提升其自主创新能力。同时进一步完善技术创新的财政激励政策,在激励企业加大创新投入强度的同时重视创新驱动结构调整效率的提升,引导创新投入的行业结构进一步优化,加快创新驱动工业结构调整的步伐。

(2)在技术选择方面,相关部门及企业坚持充分发挥技术引进与现有技术水平以及要素禀赋优势相协调的技术选择策略。林毅夫等^[27]研究表明,某些地区在进行技术选择与技术引进时由于违背了比较优势的原则,其技术水平与要素禀赋特征相悖,影响了技术发展的速度,从而引起一系列的经济问题。由于各地区之间要素禀赋的实际情况不同,同一行业不同企业之间在进行技术选择时,一定要结合自身的现有技术水平、要素投入结构,根据本企业的资源禀赋特点,制定经济发展策略,通过合理的资本深化和恰当的技术选择,提高劳动生产率,促进产业结构升级,实现经济快速增长。

(3)部分属于低资本劳动比—资本偏向型的高新技术行业存在着技术进步偏向方向和其要素投入结构不相适应的问题。由于技术创新的总体偏向性是由价格效应和市场规模效应的共同作用形成的,为确保技术进步有效地促进产出的增长,政府应当有意识地对价格效应和市场规模效应加以干预,使技术进步的方向与企业投入要素结构协调发展,真正发挥技术进步对高新技术产业的引导作用,并鼓励高新技术产业优先发展,促进产业结构的有效升级。

[参考文献]

- [1]Violante, G. L. Skill-biased Technical Change [A]. Durlauf, S. N., and L. E. Blume. The New Palgrave Dictionary of Economics[C]. London: Palgrave Macmillian, 2008.
- [2]Acemoglu, D. Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1998,113(4):1055-1090.
- [3]Acemoglu, D., and F. Zilibotti. Productivity Differences [J]. The Quarterly Journal of Economics, 2001,116(2):563-606.
- [4]Acemoglu, D. Directed Technical Change[J]. The Review of Economic Studies, 2002,69(4):781-809.
- [5]Acemoglu, D. Labor-and Capital-Augmenting Technical Change [J]. Journal of the European Economic Association, 2003,(1):1-37.
- [6]Acemoglu, D. Equilibrium Bias of Technology[J]. Econometrica, 2007,75(5):1371-1409.
- [7]Klump, R., P. McAdam, and A. Willman. Factor Substitution and Factor-Augmenting Technical Progress in the United States: A Normalized Supply-Side System Approach[J]. Review of Economic and Statistics, 2007,89(1):183-192.
- [8]Klump, R., P. McAdam, and A. Willman. Unwrapping Some Euro Area Growth Puzzles: Factor Substitution, Productivity and Unemployment[J]. Journal of Macroeconomics, 2008,30(2):645-666.
- [9]Ryuzo, S., and M. Tamaki. Quantity or Quality: The Impact of Labour Saving Innovation on U.S. and Japanese Growth Rates, 1960—2004[J]. The Japanese Economic Review, 2009,60(4):407-434.
- [10]Leon-Ledesma, M. A., P. McAdam, and A. Willman. Identifying the Elasticity of Substitution with Biased Technical Change[J]. American Economic Review, 2010,100(4):1330-1357.
- [11]黄先海,徐圣. 中国劳动收入比重下降成因分析[J]. 经济研究, 2009,(7):34-45.
- [12]戴天仕,徐现祥. 中国技术进步方向[J]. 世界经济, 2010,(11):54-70.
- [13]宋冬林,王林辉,董直庆. 技能偏向型技术进步存在吗?——来自中国的经验证据[J]. 经济研究, 2010,(5):68-81.
- [14]王林辉,董直庆. 资本体现式技术进步、技术合意结构和我国生产率增长来源[J]. 数量经济技术经济研究, 2012,(5):31-47.
- [15]雷钦礼. 偏向性技术进步的测算与分析[J]. 统计研究, 2013,(4):37-45.
- [16]董直庆,安佰珊,张朝辉. 劳动收入占比下降源于技术进步偏向性吗[J]. 吉林大学社会科学学报, 2013,(4):65-74.
- [17]钟世川,雷钦礼. 技术进步偏向对要素收入份额的影响——基于中国工业行业数据的研究[J]. 产经评论, 2013,(5):16-27.

- [18]王林辉,袁礼,郭凌. 技术进步偏向性会引导投资结构吗[J]. 学海, 2012,(3):54-62.
- [19]张莉,李捷瑜,徐现祥. 国际贸易、偏向型技术进步与要素收入分配[J]. 经济学(季刊), 2012,(1):10-17.
- [20]陆雪琴,文雁兵. 偏向型技术进步、技能结构与溢价逆转——基于中国省级面板数据的经验研究[J]. 中国工业经济, 2013,(10):18-30.
- [21]姚毓春,袁礼,王林辉. 中国工业部门要素收入分配格局——基于技术进步偏向性视角的分析[J]. 中国工业经济, 2014,(8):44-56.
- [22]王林辉,赵景. 技术进步偏向性及其收入分配效应:来自地区面板数据的分位数回归[J]. 求是学刊, 2015,(4):51-60.
- [23]姚洋. 发展经济学[M]. 北京:北京大学出版社, 2013.
- [24]David, P. A., and Th. van de Klundert. Biased Efficiency Growth and Capital-Labor Substitution in the U.S., 1899—1960 [J]. The American Economic Review, 1965,55(3):357-394.
- [25]韩国高,高铁梅,王立国,齐鹰飞,王晓姝. 中国制造业产能过剩的测度、波动及成因研究[J]. 经济研究, 2011,(12):18-31.
- [26]黄茂兴,李军军. 技术选择、产业结构升级与经济增长[J]. 经济研究, 2009,(7):143-151.
- [27]林毅夫,董先安,殷韦. 技术选择、技术扩散与经济收敛[J]. 财经问题研究, 2004,(6):3-10.

The Suitable Degree of Technology Progress and Innovation Driven Industrial Structure Adjustment——An Empirical Analysis Based on Biased Technology Progress

KONG Xian-li^{1,2}, MI Mei-ling¹ GAO Tie-mei^{1,2}

(1. School of Economics of DUFU, Dalian 116025, China;
2. Center for Econometric Analysis and Forecasting of DUFU, Dalian 116025, China)

Abstract: Through estimating the direction and degree of biased technological progress in the 33 industrial sectors of China, this paper evaluates the results of technological innovation in the industry by combining with the factor endowment structure of each industry. On this basis, this paper constructs panel data model describing the characteristics of industrial structure change and empirically analyzes the influence of the biased technology progress on the effect of technological innovation driven industrial structure upgrading. The major findings are as follows. From 1994 to 2013 in China, the difference in the direction and degree of biased technological progress in the 33 industrial sectors is significant, the biased technology progress of some industrial sectors is unbalanced with its factor endowment structure. Innovation input structure of Chinese industry has caused significant effect on industrial structure adjustment. The suitable degree of technology progress will directly affect the efficiency of innovation driven industrial structure adjustment. The technology progress and innovation investment based on factor endowment structure are helpful to the economic growth of industry. The technological choice with the imbalance of the factor endowment structure will make the efficiency of technological innovation driven industrial structure upgrading greatly reduced. To guide the industry technology innovation with its own characteristics of the factor endowment will effectively improve the speed of the innovation driven industrial structure adjustment.

Key Words: biased technology progress; factor endowment structure; innovation driven; industrial structure adjustment

JEL Classification: O33 L60 C23

[责任编辑:覃毅]