

基于 HM 指数的中国高技术产业创新效率分析

王晓红 陈范红

(中共江苏省委党校 经济学教研部, 江苏 南京 210009)

摘要: 准确测度创新效率是客观评价中国高技术产业发展水平的基础。通过把高技术产业创新过程划分为技术开发和技术成果转化两个阶段,运用 Hicks-Moorsteen 指数方法测度中国高技术产业创新效率。实证研究结果表明:在 1997—2010 年间,由于技术效率的明显提高,中国高技术产业全要素生产率平均增长率在技术开发阶段为 6.63%,而技术进步则起着阻碍作用;中国高技术产业在技术成果转化阶段的全要素生产率平均增长率为 20.75%,主要是因为技术水平以及技术效率的提高。根据以上结论,在今后的发展过程中,为改善中国高技术产业创新效率,在政策制定时应充分考虑两个阶段的内在差异。

关键词: 高技术产业; 创新效率; 技术开发阶段; 技术成果转化阶段; Hicks-Moorsteen 指数

中图分类号: F062.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-9301(2015)06-0091-08

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2015.06.021

一、引言

创新效率作为衡量中国高技术产业发展水平的关键指标,近年来备受研究者的关注。从行业层面来看,总体上中国高技术产业创新效率偏低,不过其效率值在不断提高,其增长动力主要来自于技术进步^[1-3]。从区域层面来看,中国高技术产业技术效率地区差异明显,中西部地区低于东部地区,但两类地区的差异在缩小^[4-5]。具体到各个阶段而言,高技术产业创新效率高于转化效率;其中,技术开发阶段的高新技术产业原创性产出偏低,成果转化阶段则是竞争性产出偏低^[6]。概括而言,度量高技术产业创新效率的基本方法大致分为两类:一类是参数分析方法,以随机前沿分析方法为代表,有坚实的经济学理论基础,可根据数据随机性假设来估计前沿生产函数,并借助统计量检验模型设置是否合适;另一类是非参数分析方法,以数据包络分析方法为代表,无需建立变量间的严格函数关系,适用于多投入多产出过程中的效率度量^[7-9]。本质上,尽管研究者在选择分析方法时的偏好不同,但需要强调的是,究竟选用哪一种方法应重点考虑研究的基本假设、分析对象和数据获取情况等^[10-12]。以非参数方法为例,虽然 Fare *et al.*^[13] 提出的 Malmquist 指数方法得到了十分广泛的应用,但是学术界对于技术规模报酬的处理问题一直存在着分歧^[14-16]。实际上,如果存在规模效率变化,那实际生产技术就必须是可变规模报酬技术(Variant Return to Scale, VRS),但 Malmquist 指数在测算技术变化时是基于固定规模报酬(Constant Return to Scale, CRS)前沿面,而非 VRS 前沿面的。O'Donnell^[17]指出,衡量总产出和总投入比率的任何全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)都应

收稿日期:2015-10-08

作者简介:王晓红(1973—),女,江苏泰兴人,中共江苏省委党校经济学教研部副教授,研究方向为空间经济与区域政策;陈范红(1966—),女,江苏靖江人,中共江苏省委党校经济学教研部副教授,研究方向为产业经济与经济效率分析。

基金项目:国家自然科学基金项目(71103080);中国博士后基金项目(2015M571717);江苏社会科学基金项目(15EYB003);江苏高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师资助项目和南京财经大学江苏产业发展研究院重点研究基地项目(JD2013001)

该是在理论上的一种理想化指数,它在具有完美的数学形式的同时在分解 TFP 时也需要具备相应的经济含义,他进一步从理论上证明,理想化的 TFP 指数是除了 Malmquist 指数之外的 Fisher 指数、Kornus 指数、Tornqvist 指数和 Hicks-Moorsteen 指数。Caves *et al.* [18] 并未构建理想化的 TFP 指数,既使他们提倡对 Malmquist 指数进行应用。除特定情形外,例如固定规模报酬,估计 TFP 变化时由于应用 Malmquist 指数会导致一些偏差,因此也会使得对技术变化和效率变化的估计存在偏差。

综合上述分析,重新估算中国高技术产业的创新效率具有积极的理论和现实意义,这也是研究本文的初衷。本文对现有文献的拓展和深化主要表现在三个方面:一是分析方法的完善,区别于现有的被较多运用的 Malmquist 指数方法,本文采用改进后的 Hicks-Moorsteen 指数方法,重新测度与分解中国高技术产业的创新效率;二是分析内容的推进,在深入考察高技术产业创新过程基本特征与细分投入产出具体形式的创新要素的基础上,把高技术产业的创新过程进一步分为技术开发和技术成果转化阶段;三是分析视角的聚焦,从影响中国高技术产业发展的构成主体看,地方政府是当前和将来的重要因素,特别是当前在转型时期我国市场配置资源的机制仍存在很大的改进空间,在这种背景下,把视角放在省级单位,有助于提高研究结论的针对性。

二、研究方法

(一) HM 指数的构建

针对 Malmquist 指数在使用时存在的问题,O'Donnell [17] 给出了不同的解决思路。具体而言,以多投入多产出为例,该方法不仅能够测算 TFP 水平,而且能够考察技术进步水平和不同类型的效率指数,更为重要的是放松了对企业行为、市场结构、规模报酬等方面的一些约束。综上所述,更新的 TFP 的概念为: $TFP_{nt} = Y_{nt}/X_{nt}$ 。其中, TFP_{nt} 表示厂商 n 在时期 t 的全要素生产率, Y_{nt} 表示总产出, X_{nt} 表示总投入。上述概念表明, O'Donnell [17] 用总产出指数与总投入指数之比来表示 TFP 的变化,这是一个具有乘积完备性特征的新 TFP 指数,而且不需要有关投入产出的价格信息,这对开展实证分析十分重要,但目前应用此类方法的研究寥寥无几^①。实际上, HM 指数是 Malmquist 产出数量指数与 Malmquist 投入数量指数之比, Diewert [21] 提出, Hicks [22] 和 Moorsteen [23] 创造性地构建了一个新的 TFP 指数,做出了巨大的贡献,因此将新的 TFP 指数命名为 HM 指数。Hicks-Moorsteen TFP 指数的公式如下所示:

$$TFP_{HM}^{t,t+1} = \left[\frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) D_o^t(x^t, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^t) D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_t^{t+1}(x^t, y^{t+1}) D_t^t(x^t, y^t)}{D_t^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) D_t^t(x^{t+1}, y^t)} \right]^{1/2} \quad (1)$$

其中, $D_o(x, y)$ 表示产出距离函数, $D_i(x, y)$ 表示投入距离函数。依据 Shephard [24] 的研究分析可得: $D_o^t(x, y) = \min\{\delta > 0: (x, y/\delta) \in P\}$, $D_i^t(x, y) = \max\{\rho > 0: (x/\rho, y) \in P\}$, 其中 P 表示 T 时期的生产可能性集合。再利用数据包络分析方法(DEA) 结合 O'Donnell [17] 计算线性规划的方法得出前文中的距离函数 [25-26]。本文期望可以证明所有理想化的 TFP 指数均能够分解为技术进步水平指数和不同类型的效率指数,以下分析是以多厂商的产出投入的二维分析为例进行的(见图 1)。

从图 1 中可以看出,直线 OA 的斜率就是厂商 n 在 t 时期的 TFP_{nt} 值,同样地,直线 OZ 的斜率就是厂商 m 在 s 时期的 TFP_{ms} 值,则: $TFP_{nt} = Y_{nt}/X_{nt} = \tan a$, $TFP_{ms} = Y_{ms}/X_{ms} = \tan z$ 。而 $TFP_{ms, nt} = \tan a/\tan z$ 对应表示的是厂商 n 在 t 时期的 TFP 指数和

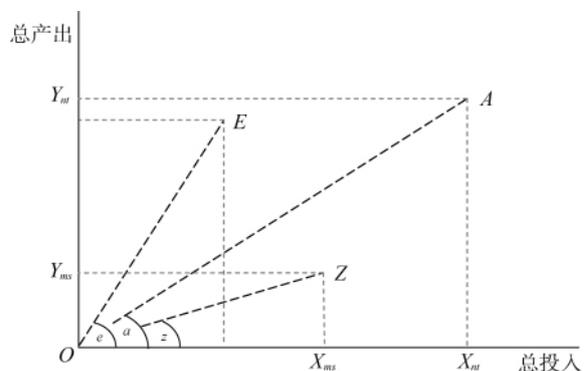


图 1 理想化的全要素生产率指数分解

厂商 m 在 s 时期的 TFP 指数之比。由此可得,所有具有乘积完备性特征的理想化的 TFP 指数都能够用相对应的正切三角函数的比值来表示。本文假定 e 表示任取的一条直线 OE (E 点处在第一象限) 与 X 轴(总投入)形成的夹角角度,于是可以将上式所表示的厂商 m 与厂商 n 之间的 TFP 指数变化进行如下的分解: $TFP_{ms,nt} = \tan a / \tan z = (\tan a / \tan e) (\tan e / \tan z)$ 。依据上述的分析步骤,在二维坐标系的第一象限内任取一个点所形成的直线(如图 1 中的 E 点),都能够分解为具有乘积完备性特征的理想化的 TFP 指数。

(二) HM 指数的分解

从上文的分析中可以看出, O'Donnell^[17] 将 HM 指数分解为技术进步水平和不同类型的效率指数。接下来本文将根据图 2 进一步分析 O'Donnell^[17] 对 HM 指数的分解。

(1) 技术效率(OE) 从图 2 中可以清晰地看到,表示投入产出组合的有点 A 、点 C 和点 V ,其中曲线 CD 表示生产可能性边界,且点 A 在边界线 CD 内。此时,由于生产商计划扩大产出,在图 2 中表现为从点 A 移动到点 C ,于是总产出明显增加,且 TFP 效率也相应得到了提高。此时该生产商的技术效率为点 A 与点 C 间的垂直距离,用公式表示即为: $OEt_t = Y_t / \bar{Y}_t = \tan a / \tan c$,其中 \bar{Y}_t 表示有技术约束的条件下,当投入 x_t 和产出 y_t 给定时,能够得到的最大总产出;与之对应地,该生产商的 TFP 指数可表示为 $Y_t / X_t = \tan a$,而最大 TFP 指数可表示 $\bar{Y}_t / X_t = \tan c$ 。

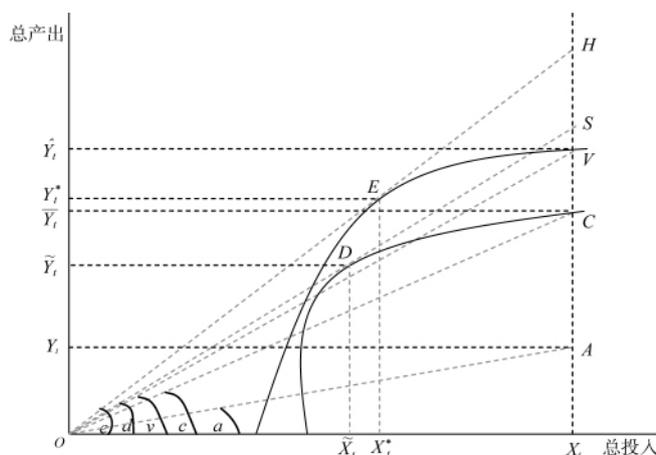


图 2 基于产出的 Hicks-Moorsteen 全要素生产率指数分解

(2) 规模效率(OSE) 由上述分析可以得出,提高生产的技术效率能够相应提高 TFP 效率,但从图 2 中可以看到,当该生产商处在技术上的有效点,即点 C 时,此时生产商的 TFP 效率没有达到最大值。假定生产商是用固定比例进行的投入与产出,即在图 2 中表现为生产商从点 A 到点 D 的移动,此时 TFP 能够达到最大值,需要说明的是点 D 为直线 OS 与边界线 CD 的切点,表示投入产出组合不变时的最优规模点。此时生产商的规模效率为点 S 到点 C 的垂直距离,用公式表示即为: $OSe_t = (\bar{Y}_t / X_t) / (\tilde{Y}_t / \tilde{X}_t) = \tan c / \tan d$,其中 \tilde{Y}_t 表示在投入产出组合不变时处在最优规模点时的总产出, \tilde{X}_t 表示在投入产出组合不变时处在最优规模点时的总投入。

(3) 纯产出组合效率(OME) 假定放宽生产商受到原先的生产可能性边界的约束,那么此时生产商的生产可能性边界将会向外移动,与此同时,当消除投入产出组合的限定后,生产商就能够将总产出从点 C 提高到点 V 。此时生产商的纯产出组合效率用公式表示为: $OMe_t = (\bar{Y}_t / \hat{Y}_t) = (\bar{Y}_t / X_t) / (\hat{Y}_t / X_t) = \tan c / \tan v$,其中 \hat{Y}_t 表示当投入 x_t 时生产商能够获得的总产出的最大值。

(4) 残余产出规模效率(ROSE) 由上述分析可以得出,提高生产商的产出技术效率和纯产出组合效率能够相应提高 TFP 效率。当生产商处在产出技术效率和纯产出组合效率都有效的点,即处在点 V 时,此时生产商的 TFP 效率同样没有达到最大值。从图 2 中可以看出,只有当生产商处在点 E 时,他的 TFP 效率才达到了最大值。此时生产商的残余产出规模效率为点 H 到点 V 的垂直距离,用公式表示为: $ROSe_t = (\hat{Y}_t / X_t) / (Y_t^* / X_t^*) = \tan v / \tan e$,其中 Y_t^* 表示点 E 的总产出, X_t^* 表示点 E 的总投入。

(5) 残余组合效率(RME) 记 $TFP_t^* = Y_t^* / X_t^* = \tan e$ 为在现有的技术可变的条件下,在所有

的投入产出组合中能够取到的最大 TFP 效率值,此时生产商的残余组合效率为点 H 到点 S 的垂直距离,用公式表示为: $RME_t = (\tilde{Y}_t/\tilde{X}_t)/(Y_t^*/X_t^*) = \tan d/\tan e$ 这个公式度量了处在投入产出组合不变的最优规模点的 TFP 值与最大生产率点的 TFP 值这两者之间的区别。

(6) TFP 效率(TFPE) 总之,生产商的 TFP 值从点 A 到点 E 的改变度量了基于产出的 TFP 效率: $TFPE_t = TFP_t/TFP_t^* = \tan a/\tan e = (\tan a/\tan c) \times (\tan c/\tan v) \times (\tan v/\tan e)$ 。与以上所讨论和定义的效率测度方法相对应,可以得到:

$$TFPE_t = TFP_t/TFP_t^* = (Y_t/X_t)/(Y_t^*/X_t^*) = OTE_t \times OME_t \times ROSE_t \quad (2)$$

$$TFPE_t = TFP_t/TFP_t^* = (Y_t/X_t)/(Y_t^*/X_t^*) = OTE_t \times OSE_t \times RME_t \quad (3)$$

(7) 全要素生产率(TFP) 进一步分解 TFP 可得到: $TFP_t = TFP_t^* \times (OTE_t \times OME_t \times ROSE_t)$ 和 $TFP_t = TFP_t^* \times (OTE_t \times OSE_t \times RME_t)$ 。比较时期 s 厂商 m 与时期 t 厂商 n 的 TFP 指数值 则:

$$TFP_{ms, nt} = TFP_{nt}/TFP_{ms} = \left[\frac{TFP_{nt}^*}{TFP_{ms}^*} \right] \times \left[\frac{OTE_{nt}}{OTE_{ms}} \times \frac{OME_{nt}}{OME_{ms}} \times \frac{ROSE_{nt}}{ROSE_{ms}} \right] = TPC \times TEC \quad (4)$$

$$TFP_{ms, nt} = TFP_{nt}/TFP_{ms} = \left[\frac{TFP_{nt}^*}{TFP_{ms}^*} \right] \times \left[\frac{OTE_{nt}}{OTE_{ms}} \times \frac{OSE_{nt}}{OSE_{ms}} \times \frac{RME_{nt}}{RME_{ms}} \right] = TPC \times TEC \quad (5)$$

(4) 式和(5)式的右边第一项表示技术效率,计算的是在现有技术可得的条件下 t 时期与 s 时期之间最大的 TFP 的差距。大于 1 表明生产商技术效率的提高,它测度的是经过点 E 的不同的直线斜率。与之相比较, *Fare et al.* [13] 在对 Malmquist TFP 指数进行分解时,测算的显然是通过点 D 的不同的直线斜率 [5]。总之,这里提到的技术效率包含组合效应在内,与此同时,生产商具有显著的个体差异性。同样地,(4) 式和(5)式的右边第二项表示技术效率的差异、(残余)组合效率差异和(残余)规模效率差异。

三、数据说明

根据前文的分析,高技术产业创新过程被划分为两个阶段,即技术开发阶段和技术成果转化阶段。其中,在技术开发阶段,主要是通过研发投入进行高技术开发,其结果往往表现为专利和非专利技术等创新成果,这是高技术产业新知识和新技术形成的过程。在技术成果转化阶段,主要是运用开发出来的高技术,或者对引进技术进行改造和消化吸收,生产新产品并向市场销售,以获取利润,这是技术开发成果转换为现实生产力的过程。因此,为具体考察中国高技术产业创新效率,本文在借鉴已有研究成果的基础上,结合数据的代表性和可得性,最终确定两个阶段的投入产出指标。分析样本方面,由于山西、黑龙江、湖南、广东、广西、陕西、甘肃、青海 8 个省份数据缺失较多,所以最终用于实证分析的为 23 个省份,所有基本数据均来源于历年《中国高技术产业统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》。下面对各指标的选取和数据处理情况予以说明。

在高技术产业创新过程的技术开发阶段,分别选取了一些投入指标和一些产出指标。前者的衡量标准主要为研究人员的投入与研究资金的投入,其中研究人员使用 R&D 活动人员折合全时当量和工程师人数这两项来代表,研发资金则用 R&D 经费内部支出和购买引进技术经费这两项来代表。后者的衡量指标则是专利申请的数目以及拥有发明专利的数量,通过专利申请数可以看出该地区的申请者对于专利保护的重视程度以及该地区高技术产业对技术创新的积极性,而拥有发明专利的数量能够度量高技术产业已拥有的知识产权数及其市场的竞争能力和未来发展的潜力。

在高技术产业创新过程的技术成果转化阶段,我们同样选取了一些投入指标和产出指标。其中的投入指标主要用资金、人员和技术来衡量。首先,资金以新产品的开发经费及其技术改造与消化吸收经费来代表;人员以科技活动人员来代表;技术用专利申请数和拥有发明专利数表示,可以反映技术开发阶段的成果获取情况。而产出指标的衡量标准则主要为新产品销售收入与利润总额,主要

用来度量技术创新成果最终在市场上的反映。

为增强不同年度之间结果的可比性,本文还进一步对数据进行了如下处理:一方面,按照1990年不变价格指数进行折算,由此克服价格因素的影响;另一方面,参考Furman *et al.* [27]的研究思路,将研发资金变量的滞后期确定为三年,以便更加符合研发投入活动的实际情况,也兼顾现阶段经济发展中高技术转化周期不断下降的特点。

四、估计结果分析

基于以上分析,本文在可变规模报酬条件下对(4)式进行了具体估算,由此得到中国各省高技术产业1997—2010年的Hicks-Moorsteen全要素生产率指数及其结果。有必要说明的是,为了简便起见,表1直接报告了汇总以后基于产出的1997—2010年中国高技术产业Hicks-Moorsteen生产率指数的测算结果,而没有列出基于投入的相应结果;同时,目前受到技术因素的限制,暂不能估计残余组合效率和残余规模效率,所以在下文中将不予以分析。

(一) 技术开发阶段的估计结果分析

表1呈现的结果为技术开发阶段的我国高技术产业基于Hicks-Moorsteen指数的全要素生产率状况以及它的分解结果。

通过观察表1的结果可见,在技术开发阶段:(1)从1997到2010年,我国高技术产业的全要素生产率的平均增长率达到了6.63%,主要是因为我国的整体技术效率水平有了显著的改善,通过观察结果可知平均增长率达到了17.98%;然而技术进步水平却呈现略微下降的状态,平均增长率是-2.40%。但是,值得注意的是,在不同年份,技术进步和技术效率对全要素生产率的贡献存在显著差异。从变化趋势来看,中国高技术产业全要素生产率的增长表现出一定的波动性,总体上呈缓慢下降趋势,且在2006年后下降速度有加快的态势,这与王大鹏等[28]的研究结果是一致的。(2)从1997到2010年,中国高技术产业技术进步的增长表现出明显的波动性,最低点出现在1999年,增长率为-33.83%;最高点出现在2006年,增长率为26.14%。从变化趋势来看,从1997到2006年,中国高技术产业技术进步水平的波动幅度比较大,而在2006年到2010年这种波动性则显著减弱,增长率变化趋于平稳。(3)从1997到2010年,中国高技术产业技术效率的增长率总体呈下降趋势,并具有明显的波动性特征。从不同阶段变化趋势来看,从1997到2006年,中国高技术产业技术效率波动幅度比较大,而从2006到2010年这种波动性明显减弱,增长率变化趋于平稳。从技术效率分解情况来看,残余产出规模效率、纯技术效率与纯产出组合效率的贡献依次下降,其平均增长率分别为16.02%、6.20%和5.09%。

(二) 技术成果转化阶段的估计结果分析

表2报告了技术成果转化阶段我国高技术产业基于Hicks-Moorsteen指数的全要素生产率状况以及它的分解结果。

表1 技术开发阶段中国高技术产业Hicks-Moorsteen生产率指数及其分解结果

	TFP	TPC	TEC	OTE	OME	ROSE
1998/1997	1.127 0	0.856 4	1.375 8	1.002 1	1.142 8	1.318 4
1999/1998	1.029 4	0.661 7	1.626 5	1.067 0	1.055 4	1.572 3
2000/1999	0.889 8	0.816 9	1.138 6	1.101 3	1.007 8	1.116 1
2001/2000	0.953 1	1.063 6	0.936 8	1.082 7	1.057 2	0.901 0
2002/2001	1.160 5	1.222 7	0.992 3	1.199 6	1.042 8	0.888 9
2003/2002	1.122 5	1.090 4	1.076 2	1.029 8	1.119 6	1.029 4
2004/2003	1.138 6	0.769 6	1.546 7	1.090 7	1.063 6	1.475 9
2005/2004	1.142 5	0.795 4	1.501 8	1.047 3	1.073 9	1.463 0
2006/2005	1.170 7	1.261 4	0.970 2	1.016 6	1.033 2	1.005 2
2007/2006	1.131 8	1.035 3	1.142 8	1.050 3	1.010 1	1.173 0
2008/2007	0.973 1	1.073 3	0.947 9	1.030 4	1.008 2	0.997 5
2009/2008	1.027 1	0.956 1	1.123 1	1.057 2	1.024 0	1.146 3
2010/2009	0.995 8	1.085 5	0.959 2	1.031 3	1.022 4	0.995 5
平均	1.066 3	0.976 0	1.179 8	1.062 0	1.050 9	1.160 2

注:(1)效率估计结果比1大说明对应的指标是增长的,比1小则说明对应指标是下降的;(2)其中的TFP表示全要素生产率,TPC表示技术进步,TEC表示技术效率,OTE表示产出技术效率,OME表示纯产出组合效率,ROSE表示残余产出规模效率。下同。

通过观察表 2,我们可以发现在技术成果转化阶段:(1)从 1997 到 2010 年,我国高技术产业的全要素生产率的平均增长率达到 20.75%,这主要归功于技术进步水平的提高以及技术效率的改善,由表 2 可知平均增长率分别达到了 19.42% 和 2.79%。从不同年份的增长动力来源看,技术进步和技术效率的贡献

表 2 技术成果转化阶段中国高技术产业 Hicks-Moorsteen 生产率指数及其分解结果

	TFP	TPC	TEC	OTE	OME	ROSE
1998/1997	1.280 3	1.376 4	0.930 1	1.005 2	0.969 1	0.985 0
1999/1998	1.299 1	1.169 2	1.111 1	1.011 0	1.058 2	1.074 5
2000/1999	1.132 2	1.432 2	0.790 5	0.877 8	1.029 8	0.947 6
2001/2000	1.119 0	0.885 3	1.263 9	0.915 6	0.991 8	1.442 4
2002/2001	1.194 5	1.178 7	1.013 4	0.966 0	0.980 8	1.093 3
2003/2002	1.210 9	1.017 6	1.190 0	0.987 9	1.052 6	1.214 7
2004/2003	1.237 5	1.005 1	1.231 1	1.048 8	1.075 1	1.105 4
2005/2004	1.182 7	1.270 6	0.930 8	1.074 4	0.895 9	0.984 5
2006/2005	1.129 8	1.130 3	0.999 6	1.039 3	1.147 3	0.864 1
2007/2006	1.065 1	1.310 7	0.812 7	1.048 8	1.090 4	0.751 9
2008/2007	1.207 8	1.317 2	0.916 9	1.090 5	0.912 1	0.920 6
2009/2008	1.339 8	1.267 7	1.056 9	1.060 7	1.034 3	0.970 7
2010/2009	1.298 3	1.163 5	1.115 8	1.043 9	1.067 3	1.007 5
平均	1.207 5	1.194 2	1.027 9	1.013 1	1.023 4	1.027 9

注:同表 1。

存在显著差异,且呈明显的反向变化特征。在总体演进趋势上,样本期中国高技术产业全要素生产率的增长率分布大致呈“W”型,比较高的三个年份分别是 1999 年、2004 年和 2009 年,而比较低的年份则分别为 2001 年和 2007 年。(2)从 1997 年到 2010 年,中国高技术产业技术进步和技术效率的增长率均具有显著的波动性特征,其波动幅度总体上有逐渐缩小的趋势。我们对于技术效率的分解情况进行观察,可以看出纯技术效率、纯产出组合效率还有残余产出规模效率的贡献依次递增,其平均增长率分别为 1.31%、2.34% 和 2.79%。导致上述结果的主要原因可能是:一方面,这与 Hicks-Moorsteen 指数的估计原理有关,该方法对增长率的计算是以上一年为基期,如果以 1997 年为基期,重新观察技术进步和技术效率的增长率发现,这种波动性明显弱化;另一方面,这也反映了不同年份技术进步和技术效率仍存在较为明显的不稳定性,可能与行业构成、地区差异及外部环境有关,但究竟哪些因素的影响比较大,尚待进一步研究。

(三) 技术开发阶段与技术成果转化阶段的估计结果比较

为了进一步分析比较技术开发阶段和技术成果转化阶段基于 Hicks-Moorsteen 指数的中国高技术产业全要素生产率的差异,图 3 描述了两个阶段 Hicks-Moorsteen 指数的变化状况。

通过图 3 我们可以发现,在 1997 年到 2010 年期间,从总体上来看,中国高技术产业的全要素生产率在技术成果转化阶段要高于技术开发阶段,其平均增长率的差距为 14.12%,且这种差距大致呈先减小后扩大的基本态势。

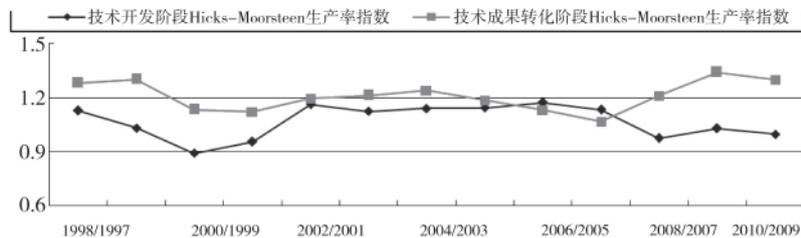


图 3 中国高技术产业在技术开发阶段和技术成果转化阶段的 Hicks-Moorsteen 生产率指数的比较

其中,差距最大的年份为 2009 年,达到 31.27%;差距最小的年份为 2002 年,只有 3.40%。此外,2006 年和 2007 年中国高技术产业的全要素生产率的增长率在技术成果转化阶段要低于在技术开发阶段的水平,其差距分别为 4.09% 和 6.67%。上述结果与已有相关研究结果^[29-31]有所不同,造成这种不同的原因可能体现在以下三个方面:首先,研究方法不同,这在上文已经给予具体说明,此处不再赘述;其次,投入和产出指标选取及数据处理不同,事实上这也是困扰实证研究的突出问题,降低了不同研究结果之间的可比性;最后,研究样本不同,这一方面是样本省份的具体构成不同,另一方面是没有考虑省份,而是选择高技术细分行业构成进行相应分析。

五、结论

加快发展高技术产业是中国应对日趋复杂多变的国内外经济环境、构筑市场竞争优势与增强自主创新能力的现实选择。创新是高技术产业的核心特征,它的成果将直接影响高技术产业发展水平和技术外溢效应,进而影响产业结构升级、增长质量提升与发展方式转变。因此,准确测度创新效率不仅是客观评价中国高技术产业发展水平的基础,也是调整和优化政策设计的前提。本文基于以上背景,将高技术产业创新过程进一步分为技术开发与技术成果转化两个阶段,借助 Hicks-Moorsteen 指数方法测度 1997—2010 年中国高技术产业创新效率。根据实证分析结果,本文得到以下结论:(1)在技术开发阶段,中国高技术产业的全要素生产率的平均增长率达到 6.63%,而技术效率和技术进步的平均增长率分别为 17.98% 和 -2.40%,表明技术效率改善的作用显著大于技术进步;(2)在技术成果转化阶段,中国高技术产业的全要素生产率的平均增长率达到 20.75%,同样,技术进步和技术效率的平均增长率分别为 19.42% 和 2.79%,这些数据表明技术进步水平的贡献率明显要大于技术效率;(3)在不同时期,无论是技术开发阶段,还是技术成果转化阶段,技术进步和技术效率对中国高技术产业全要素生产率增长的贡献均存在明显差异。

根据以上研究结论,为优化中国高技术产业创新资源配置,持续提高创新效率,有必要采取积极措施,加强以下两个方面的工作:一方面,不管是技术进步水平的提高还是技术效率的改善都应予以重视,切忌依赖其一,否则不仅将制约中国高技术产业创新绩效的持续增长,也容易导致增长的不稳定;另一方面,应同时重视技术开发阶段和技术成果转化阶段创新资源的配置方式,进一步明确政府和企业在高技术产业创新过程中的角色及分工,最大限度地促进政府和企业之间的高效协作,逐步形成中国高技术产业的最佳创新模式,从运行机制上保障中国高技术产业创新效率提升的稳定性和长期性。为此,深入研究以下两个问题将是必要的:一是对于同一组样本,通过具体分析比较 Hicks-Moorsteen 指数方法与 Malmquist 指数方法的估计结果,思考其可能存在的差异和原因,这有助于解决不同研究之间缺乏可比性的问题,并检验本文研究结果的稳定性;二是从经济学理论出发,考察影响中国高技术产业创新效率的主要因素及其作用机制,并通过必要的实证检验,给予政策设计更为直接的参考。这将是笔者下一步的研究方向。

参考文献:

- [1]官建成,陈凯华.我国高技术产业技术创新效率的测度[J].数量经济技术经济研究,2009(10):19-33.
- [2]梁平,梁彭勇,黄馨.中国高技术产业创新效率的动态变化——基于 Malmquist 指数法的分析[J].产业经济研究,2009(3):23-28.
- [3]李向东,李南,白俊红,等.高技术产业研发创新效率分析[J].中国软科学,2011(2):52-61.
- [4]李邃,江可申,郑兵云,等.高技术产业研发创新效率与全要素生产率增长[J].科学与科学技术管理,2010(11):169-175.
- [5]范凌钧,李南,陈燕儿.中国高技术产业技术效率区域差异的实证分析[J].系统工程,2011(2):56-62.
- [6]刘和东,陈程.中国原创性高新技术产业技术效率测度研究——基于创新链视角的两阶段分析[J].科技进步与对策,2011(12):119-124.
- [7]周立群,邓路.企业所有权性质与研发效率——基于随机前沿函数的高技术产业实证研究[J].当代经济科学,2009(4):70-75.
- [8]方福前,张平.我国高技术产业的投入产出效率分析[J].中国软科学,2009(7):48-55.
- [9]余泳泽,武鹏.我国高技术产业研发效率空间相关性及其影响因素分析——基于省级面板数据的研究[J].产业经济评论,2010(3):71-86.
- [10]Gong, B. H., Sickles, R. C., 1992, "Finite Sample Evidence on the Performance of Stochastic Frontiers and Data Envelopment Analysis Using Panel Data", *Journal of Econometrics* 51(1-2): 259-284.

- [11] Berger, A., Humphrey, D., 1997, "Efficiency of Financial Institutions: International Survey and Directions for Future Research", *European Journal of Operational Research* 98(2): 175-212.
- [12] Fethi, M. D., Pasiouras, F., 2010, "Assessing Bank Efficiency and Performance with Operational Research and Artificial Intelligence Techniques: A Survey", *European Journal of Operational Research* 204(2): 189-198.
- [13] Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., et al., 1994, "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialized Countries", *American Economic Review* 84(1): 66-83.
- [14] Grifell-Tatje, E., Lovell, C. A. K., 1995, "A Note on the Malmquist Productivity Index", *Economics Letters* 47(2): 169-175.
- [15] Ray, S. C., Desli, E., 1997, "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Comment", *American Economic Review* 87(5): 1033-1039.
- [16] Wheelock, D. C., Wilson, P. W., 1999, "Technical Progress, Inefficiency and Productivity Change in U. S. Banking, 1984-1993", *Journal of Money, Credit and Banking* 31(2): 212-234.
- [17] O'Donnell, C. J., 2008, An Aggregate Quantity-price Framework for Measuring and Decomposing Productivity and Profitability Change, CEPA Working Paper, University of Queensland.
- [18] Caves, D. W., Christensen, L. R., Diewert, W. E., 1982, "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input and Output, and Productivity", *Econometrica* 50(6): 1393-1414.
- [19] 杨向阳. 基于 Hicks-Moorsteen 指数方法的中国服务业 TFP 分解——以东部九省为例[J]. 财贸研究 2012(1): 62-69.
- [20] 姜永宏, 蒋伟杰. 中国上市银行效率和全要素生产率研究——基于 Hicks-Moorsteen TFP 指数的一个分析框架[J]. 中国工业经济 2014(9): 109-121.
- [21] Diewert, W. E., 1992, "Fisher Ideal Output, Input, and Productivity Indexes Revisited", *Journal of Productivity Analysis* 3(3): 211-248.
- [22] Hicks, J. R., 1961, Measurement of Capital in Relation to the Measurement of Other Economic Aggregates, In: Lutz, F. A., Hague, D. C. eds., *Theory of capital*, London: Macmillan.
- [23] Moorsteen, R. H., 1961, "On Measuring Productive Potential and Relative Efficiency", *The Quarterly Journal of Economics* 75(3): 451-467.
- [24] Shephard, R. W., 1953, *Cost and Production Functions*, Princeton: Princeton University Press.
- [25] O'Donnell, C. J., 2010, "Measuring and Decomposing Agricultural Productivity and Profitability Change", *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 54(4): 527-560.
- [26] O'Donnell, C. J., 2010, Nonparametric Estimates of the Components of Productivity and Profitability Change in U. S. Agriculture, CEPA Working Paper, University of Queensland.
- [27] Furman, J. L., Porter, M. E., Stern, S., 2002, "The Determinants of National Innovative Capacity", *Research Policy* 31(6): 899-933.
- [28] 王大鹏, 朱迎春. 中国高技术产业生产率增长来源: 技术进步还是技术效率[J]. 中国科技论坛 2011(7): 24-31.
- [29] 余泳泽. 我国高技术产业技术创新效率及其影响因素研究——基于价值链视角下的两阶段分析[J]. 经济科学, 2009(4): 62-74.
- [30] 冯锋, 冯雷, 张雷勇. 两阶段链视角下我国科技投入产出链效率研究——基于高技术产业 17 个子行业数据[J]. 科学学与科学技术管理 2011(10): 21-26.
- [31] 贺京同, 冯尧. 中国高技术产业科技成果转化效率的实证研究——基于 DEA-Malmquist 指数方法[J]. 云南社会科学. 2011(4): 92-97.

注释:

①在这方面的应用研究中,比较具有代表性的是杨向阳^[19]和姜永宏等^[20]分别讨论了服务业和商业银行的全要素生产率,他们对 Hicks-Moorsteen 指数构建与分解的描述有较强的一致性,在数学形式表达和文字描述方面比较简洁,本文在方法描述部分遵循他们的思路。

(责任编辑:木子)
(下转第 110 页)

Study on the Effect of Decomposition Factors of Industrial Wastewater Discharge in China Based on LMDI Method

ZHANG Yuan , WU Fengping

(School of Business , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract: By using LMDI method , this paper analyzes the driving factors of the changing discharge of industrial wastewater in China from 1998 to 2012. The result shows that technology progress inhibits the discharge of industrial wastewater , as well as the dominating factors of the decreasing intensity of discharge. The industrial economic growth is the main impulse of the rise of industrial wastewater discharge. The coefficient effect of discharge and structural effects have regional discrepancy towards the influence of emission of industrial wastewater. The extension of population promotes the rise of industrial wastewater emission and population flow makes contribution to the increase of the industrial wastewater discharge. What ' s more , the paper also analyzes the driving factors of varying industrial effluents of eastern , middle and western regions of China. Eventually , it puts forward relevant political proposals. The provinces need technical innovation to improve industrial water saving technology , especially the Central and West region. The country should optimize and upgrade industrial structure , vigorously develop low water consumption or low emission industries to promote industrial water recycling. Our country should accelerate the flow of population between the cities and also between rural and urban areas. What ' s more , the eastern region needs to reinforce the financial and technical supports towards the central and western regions where are still less developed.

Key words: regional; industrial wastewater; population flow; LMDI

.....
(上接第 98 页)

Analysis on China ' s High-tech Industry Innovation Efficiency Based on Hicks-Moorsteen Index

WANG Xiaohong , CHEN Fanhong

(Department of Economics , Jiangsu Provincial Party School , Nanjing 210009 , China)

Abstract: Accurate measurement of innovation efficiency is the foundation of objective evaluation of high-tech industry development in China. In this paper , innovation process of high-tech industry has been divided into technology development stage and technology achievements transformation stage. On the basis of modified Hicks-Moorsteen index method , innovation efficiency of high-tech industry in China has been reestimated using provincial panel data. Empirical analysis results show that average growth rate of total factor productivity of high-tech industry in China is 6.63% in technology development stage from 1997 to 2010. This mainly benefits from rapid improvement of technical efficiency , while technological progress plays a blocking role. In technical achievements transformation stage , average growth rate of total factor productivity of high-tech industry in China is 20.75% , which is mainly due to obvious growth of technological progress and small growth of technical efficiency. Before policies have been designed , intrinsic differences should be specially considered to improve innovation efficiency of high-tech industry.

Key words: high-tech industry; innovation efficiency; technology development stage; technology achievements transformation stage; Hicks-Moorsteen index