

# 基于科技进步的江苏省 制造业结构调整影响因素研究

史安娜 胡方卉

**内容提要** 本文以江苏省2004-2013年来科技进步与制造业结构发展状况为背景,分析了江苏省制造业调整中存在的问题,将C-D生产函数与Shift-Share方法相结合,构建劳动力和资本要素在不同技术密度制造业间流动的影响模型,并剖析了影响制造业科技进步的因素,提出以科技进步带动制造业升级的相关建议。

**关键词** 制造业结构 科技进步 经济发展

史安娜,河海大学商学院教授 210098

胡方卉,河海大学商学院 211100

## 一、引言

改革开放至今,江苏省作为中国最具经济活力的省份之一,其GDP由1978年的249.24亿元增加到2013年的5.92万亿元,年平均增长速度达12.8%。伴随着高速的经济增长,江苏省的产业结构也发生变化。早在1989年三次产业次序就已由1978年的“二一三”过渡到了“二三一”,工业化水平也逐渐由初期向中后期迈进,到2013年为止,工业始终占据着首要位置。但是,制造业作为工业部门的主体部分,目前仍面临增速放缓,结构不合理等问题。科技进步与技术创新是解决制造业发展问题的关键。因此,研究制造业科技进步水平及其影响因素对推进制造业产业结构调整具有重大意义。

关于科技进步与制造业结构与优化,国内外学者进行了很多相关研究。Syrquin(1988)认为长期经济增长由持续的技术进步所支撑,并导致了生产要素的优化配置和经济结构的变动,这反过来又导致更快的生产率增长,从而实现良性地循环互动;吕铁(2002)等学者的研究表明中国制造业技术水平较低,产业结构不合理;袁正英(2005)认为科技进步是促进制造业结构调整的重要因素;吴永林(2012)实证分析结果表明技术进步对高技术产业结构变化的作用明显;Timmer和Szirmai(2000)研究要素投入与科技进步率之间的关系,发现结构红利假说只有在印度得到了证实,而在印度尼西亚、韩国和中国台湾并不成立;万兴(2007)认为技术进步是制造业全要素生产率增长的主要来源,同时制造业TPF

本文为2015年国家社科基金项目“长江经济带创新空间分异及创新驱动模式研究”(15AGL011)阶段性成果。

的提高可以促进其结构优化;杨艳(2015)从技术偏向性角度研究了劳动力要素投入对于中国制造业技术进步与结构的影响。上述研究大多集中在技术进步与制造业结构研究或是要素投入与产业结构研究方面,而将三者结合起来,并从科技进步角度依据制造业不同技术密集度分类进行研究的较为少见。

本文以江苏省制造业发展情况为研究对象,着重应用柯布-道格拉斯生产函数,同时结合 Shift-Share 方法进一步扩展,分析了2004-2013年江苏省不同技术密集度制造业的科技进步水平,并将影响科技进步水平增长率的要素分解为内部增长效应、产出结构效应、劳动力流动效应和资本转移效应,力图寻找的主要影响制造业结构调整的原因。

## 二、江苏省制造业现状与存在问题

### 1. 江苏省制造业现状

根据工业化的有关理论和经验,工业结构的优化升级一般要经历重工业化、高加工度化和技术集约化三个阶段。制造业在江苏的工业结构中占据非常重要的地位,上世纪90年代初期,江苏省就已在产业结构调整方面领先全国省份。2013年江苏地区生产总值为59161.75亿元,其中制造业占全省总产值的比重为41%(见图1)。

由图2可知,2004-2013年轻纺制造业产值占比逐年降低,资源加工制造业产值占比增加,说明江苏省工业逐渐向高加工度化阶段过渡;机械电子制造业产值占比上升,说明江苏省制造业开始向技术集约化阶段迈进。此时,制造业产业模式由原先的粗放型不断向深加工型转型,但由于较高技术水平制造业发展的趋势还不稳定,转型初期较低技术水平制造业仍占有较大比重。

### 2. 江苏省制造业存在的问题

根据中华人民共和国标准 GB/T4754-94 的产业分类,以及经济合作与发展组织(OECD)的划分方法,郭克莎(2005)结合我国国情按产业技术密集度将制造业划分为高技术密集度制造业、中高技术密集度制造业、中低技术密集度制造业和低技术密集度制造业四个类别。其中,高技术密集度制造业和中高技术密集度制造业统称为技术密集型制造业,研究认为处于后工业化时期合理的制造业结构是技术密集型制造业产值占比大于低,技术密集型制造业。2004-2013年江苏省制造业数据如表1所示,由表1分析可以看出江苏省制造业结构存在以下问题:

#### (1) 中低和低技术密集度制造业占比较大

十年间江苏省制造业生产总值从6989.01亿元增加至24227.18亿元,技术密集型制造业的生产总值占比从46.17%上升到50.70%,上升了近5个百分点。其中,中低和低技术密集度制造业占比较大,平

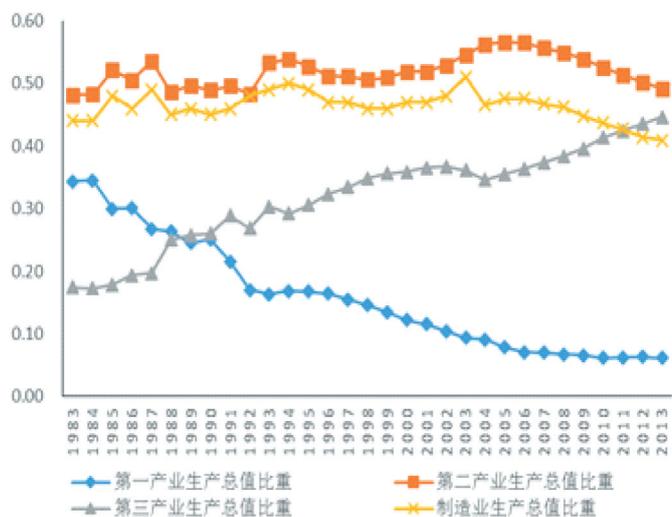


图1 1983-2013年江苏省产业结构

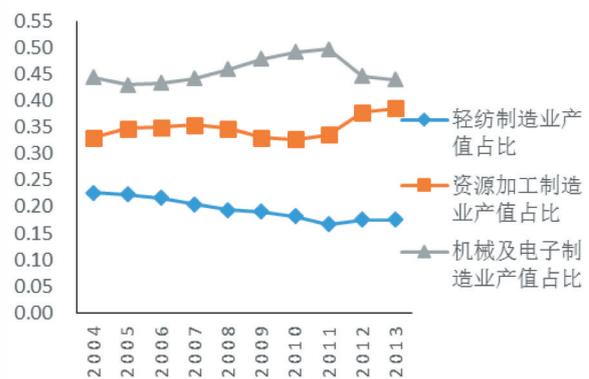


图2 2004-2013年江苏省制造业结构

表1 2004-2013年江苏省四类技术密度制造业基本统计数据

类别		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
高技术制造业	产出(亿元)	4475.34	5744.17	6914.96	8838.95	10799.74	11563.42	14351.43	16672.27	18470.53	20091.52
	劳动力(万人)	37.98	47.57	53.53	61.57	61.33	62.82	68.49	81.87	93.35	162.41
	劳动力投入占比	0.1719	0.196	0.1923	0.2074	0.2087	0.2152	0.2162	0.2363	0.2607	0.2933
	资本(亿元)	243.09	360.11	530.63	679.34	769.68	713.59	1044.92	1599.59	1749.92	1811.41
	资本投入占比	0.1683	0.1702	0.1889	0.1802	0.1602	0.1202	0.139	0.1242	0.1141	0.1067
中高技术制造业	产出(亿元)	6348.77	8495.1	11145.75	14754.57	20149.89	22097.92	29148.99	36268.84	39487.73	44995.32
	劳动力(万人)	64.68	69.48	75.49	81.04	84.19	83.8	89.79	95.99	98.67	158.47
	劳动力投入占比	0.2928	0.2863	0.2712	0.273	0.2865	0.2871	0.2834	0.277	0.2755	0.2862
	资本(亿元)	463.08	678.1	908.64	1285.65	1842.36	2398.33	3033.53	5367.44	6559.79	7166.28
	资本投入占比	0.3206	0.3206	0.3234	0.341	0.3835	0.404	0.4035	0.4168	0.4275	0.422
中低技术制造业	产出(亿元)	3714.24	4772.69	6344.95	8401.43	10636.69	12266.36	15854.33	18214.85	19939.19	22471.29
	劳动力(万人)	34.1	34.94	38.63	40.37	40.86	43.36	49.17	55.88	52.19	81.61
	劳动力投入占比	0.1543	0.144	0.1388	0.136	0.1391	0.1485	0.1552	0.1613	0.1457	0.1474
	资本(亿元)	255.36	357.22	481.62	697.08	910.27	1179.67	1400.29	2547.09	3055.16	3531.78
	资本投入占比	0.1768	0.1689	0.1714	0.1849	0.1895	0.1987	0.1863	0.1978	0.1991	0.208
低技术制造业	产出(亿元)	8904.77	11630.1	14544.94	18383.87	22613.53	23363.54	28055.97	31187.68	36424.81	40833.4
	劳动力(万人)	84.17	90.69	110.7	113.85	107.47	101.95	109.4	112.75	113.92	151.28
	劳动力投入占比	0.381	0.3737	0.3977	0.3836	0.3657	0.3492	0.3453	0.3254	0.3181	0.2732
	资本(亿元)	483.08	719.98	888.81	1108.09	1281.32	1644.16	2038.63	3365.03	3978.43	4470.89
	资本投入占比	0.3344	0.3403	0.3163	0.2939	0.2667	0.277	0.2712	0.2613	0.2593	0.2633

均占比分别为31.44%和34.49%;高和中低技术密集度制造业占比较小,分别为17.12%16.95%,说明江苏省制造业四类技术密集度产业结构仍有待优化。

### (2)高技术密集度制造业占比下降

从四类技术密集度制造业角度来看,十年间低技术密集度制造业占比有下降趋势,从2004年的37.98%下降至2013年的31.79%,中高、中低技术密集度制造业占比缓慢增长,分别从2003年27.08%和15.84%增长至2013年35.04%和17.53%,而高技术密集度制造业占比则从2003年19.09%下降至2013年15.64%,说明要重视高技术密集度制造业的发展,增加其占比是江苏省制造业结构升级的关键。

### (3)投入要素不合理转移,存在结构负利现象

根据结构红利假说,要素会向效率高的部门流动。从表1可以看出,2004-2013年江苏省高技术密集度制造业的劳动力投入占比由17.19%增加至29.33%,其余三类制造业产业的劳动力投入占比均减少;中高技术密集度制造业的资本投入占比从32.06%增加至42.20%,其余三类制造业产业的资本投入占比也都减少。根据表1,可进一步计算得出高技术密集度制造业的资本效率最高,劳动效率最低;中高技术密集度制造业的劳动效率较高而资本效率最低,这说明劳动力投入有逐渐向高技术密集度制造业转移的趋势,资本的投入呈现出向中高技术密集度制造业倾斜趋势,江苏省制造业要素投入存在结构负利现象。

## 三、研究方法及数据来源

### 1. 制造业科技进步水平测算及其增长率分解模型

#### (1)C-D生产函数

柯布-道格拉斯生产函数是在一般形式的生产函数基础上考虑了技术资源的经济学模型。它将影响经济增长的因素分为科技进步、资本投入和劳动力投入,即: $Y=AK^\alpha L^\beta$ ,由上式可得 $A=Y/(K^\alpha L^\beta)$ 。其中,A是科技水平的变化,即代表科技水平对经济系统产出的影响效果, $K^\alpha L^\beta$ 表示资本和劳动的投入。则对制造业中的任一行业i,同样有:

$$A_i=Y_i/(K_i^\alpha L_i^\beta) \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

式中,  $A_i$  为制造业第  $i$  行业的科技水平。在式(1)中,  $\alpha$  为资本弹性系数;  $\beta$  为劳动弹性系数,  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \beta < 1$ , 且  $\alpha, \beta$  为常数。

### (2) Shift-Share 模型

影响科技进步水平的因素有很多, 本文主要从资源配置即要素流动角度来进行研究。由 Fabricant 提出的 Shift-Share 方法是实证研究要素流动对科技进步水平增长的影响的主要方法之一。它认为总的劳动生产率增长是由各部门的劳动生产率增长和劳动力流动引起的。

设  $LV$  代表总劳动生产率水平, 下标  $i$  表示部门数量,  $S_i$  是  $i$  部门的劳动力占总劳动的份额, 下标  $0$  和  $t$  表示开始和最后时期。  $t$  和  $0$  时期的总工业劳动生产率分别为:

$$LV_t = \frac{Y_t}{L_t} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_{it}}{L_{it}} \sum_{i=1}^n LV_{it} S_{it}; \quad LV_0 = \frac{Y_0}{L_0} = \sum_{i=1}^n \frac{Y_{i0}}{L_{i0}} \sum_{i=1}^n LV_{i0} S_{i0}; \quad (2)$$

则  $t$  和  $0$  时期的劳动生产率之差为,

$$LV_t - LV_0 = \sum_{i=1}^n (LV_{it} - LV_{i0}) S_{i0} + \sum_{i=1}^n (S_{it} - S_{i0}) LV_{i0} + \sum_{i=1}^n (S_{it} - S_{i0}) (LV_{it} - LV_{i0}) \quad (3)$$

同除  $LV_0$  得:

$$\frac{LV_t - LV_0}{LV_0} = \frac{\sum_{i=1}^n (LV_{it} - LV_{i0}) S_{i0}}{LV_0} + \frac{\sum_{i=1}^n (S_{it} - S_{i0}) LV_{i0}}{LV_0} + \frac{\sum_{i=1}^n (S_{it} - S_{i0}) (LV_{it} - LV_{i0})}{LV_0} \quad (4)$$

式(4)中, 右边第一项为各部门内部增长效应, 反映了在不存在结构变动时各部门市劳动生产率增长的加权的大小; 右边第二项为劳动力流动静态流动效应; 右边第三项为劳动转移的动态流动效应。

### (3) 制造业科技进步水平增长率分解模型

由于式(4)主要分析各部门间的劳动力流动对劳动生产率增长的影响。本文在此方法的基础上结合李小平(2007)的研究, 构建劳动力和资本要素在不同技术密度制造业间流动对科技进步水平增长的影响模型。

假设  $i$  类制造业产业在时期  $t$  的产出为  $Y_{it}$ , 投入要素劳动和资本分别为  $L_{it}$  和  $K_{it}$ , 按照 Solow(1957) 的科技进步水平的概念, 则  $i$  类制造业产业在时期  $t$  的科技进步水平为:

$$A_{it} = Y_{it} - \alpha_i L_{it} - \beta_i K_{it} \quad (5)$$

其中,  $A_{it}, Y_{it}, L_{it}, K_{it}$ , 分别代表时期  $t$  的科技进步增长率、总产出增长率、劳动力增长率和资本增长率。  $\alpha_i, \beta_i$  分别表示劳动力和资本的产出弹性。 则当  $i=0$  时, 表示江苏省制造业在  $t$  时期的产出增长率; 当  $i=1, 2, 3, 4$  分别代表四类技术密集度产业在  $t$  时期的产出增长率。 若设  $P_{it}$  为  $i$  类制造业产业产出在总制造业产出中占的比重, 则  $L_t = \sum L_{it}; K_t = \sum K_{it}, \alpha_t = \sum P_{it} \alpha_{it}, \beta_t = \sum P_{it} \beta_{it}$ , 结合(2)、(3)将公式两边同时乘以  $P_{it}$ , 整理得:

$$A_t = \sum P_{it} A_{it} + (Y_t - \sum P_{it} Y_{it}) + (\sum P_{it} \alpha_{it} L_{it} - \alpha_t L_t) + (\sum P_{it} \beta_{it} K_{it} - \beta_t K_t) \quad (6)$$

其中,  $\sum P_{it} A_{it}$  为内部增长效应, 反映了不同技术密度制造业科技进步水平增长情况;  $(Y_t - \sum P_{it} Y_{it})$  为产出结构效应, 反映了不同技术密度制造业产出结构变动对科技进步水平增长的影响;  $(\sum P_{it} \alpha_{it} L_{it} - \alpha_t L_t)$  为劳动力流动效应, 反映了劳动力在不同技术密度制造业产业间流动对科技进步水平增长的影响;  $(\sum P_{it} \beta_{it} K_{it} - \beta_t K_t)$  为资本转移效应, 反映了资本在不同技术密度制造业产业间流动对科技进步水平增长的影响。

## 2. 数据来源

本文所涉及的主要指标包括: 江苏省制造业产出、劳动力投入和资本投入。 其中, 劳动力投入指标用历年制造业在岗职工人数反映; 由于资本投入指标具有滞后性, 本文以《OECD 资本度量手册》为

依据,在历年制造业基本建设社投资额的基础上,用永续盘存法计算确定,数据主要来源于《江苏统计年鉴》(2004-2013)。最后,对所有数据进行无量纲处理。

#### 四、实证结果及分析

##### 1. 制造业科技进步水平与行业结构分析

根据表1数据结合式(1)计算得出,江苏省制造业整体以及不同技术密度行业的科技进步的科技进步水平结果,如表2所示:

表2 2004-2013年江苏省四类制造业科技进步水平及产值占比情况

年份	高技术制造业		中高技术制造业		中低技术制造业		低技术制造业		总体科技进步水平
	科技进 步水平	产值占 比(%)	科技进 步水平	产值占 比(%)	科技进 步水平	产值占 比(%)	科技进 步水平	产值占 比(%)	
2004	1.1200	19.09	1.2278	27.08	0.9723	15.84	1.0504	37.98	0.9911
2005	1.0118	18.75	1.1617	27.72	1.0150	15.58	1.0543	37.95	0.9800
2006	0.9299	17.75	1.2086	28.62	1.0787	16.29	1.0290	37.34	1.0091
2007	0.8948	17.54	1.1573	29.29	1.0844	16.68	1.0583	36.49	1.0151
2008	0.8959	17.21	1.1789	30.79	1.0528	16.33	1.0927	35.67	1.0452
2009	0.9789	16.69	1.1519	31.89	1.0608	17.70	1.0593	33.72	1.0326
2010	0.9063	16.42	1.2018	33.35	1.0865	18.14	1.0239	32.10	1.0407
2011	0.8917	16.29	1.1953	35.44	1.0171	17.80	1.0224	30.47	1.0543
2012	0.8627	16.16	1.0872	34.54	1.0563	17.44	1.0870	31.86	1.1198
2013	0.7996	15.64	1.0331	35.04	1.0347	17.53	1.1815	31.79	1.1949

从表2可以看出,一是江苏省2004-2013年科技水平对制造业产出的影响效果稳定且逐渐上升。二是其中高技术制造业的科技进步水平从2004年的1.12逐年下降至

2013年的0.7996,其产值占比呈下降趋势;中高技术制造业的科技进步水平从2004年的1.2278到2013年的1.0031呈波动下降趋势,其产值占比呈上升趋势;中低技术制造业的科技进步水平在10年间由0.9723波动上升至1.0347,其产值占比逐渐上升;低技术制造业的科技进步水平在10年间呈现出波动上升态势,从2004年1.0504升高至2013年1.1815,其产值占比逐渐下降。三是目前发达国家高科技制造业占比已超过30%,与其相比江苏省高技术密集度制造业的科技水平对其产出的影响较低,且呈现逐年下降的趋势,表明技术水平较高的行业由科技进步带来的产值增加减少,而在中低和低技术制造业中由科技进步带来的产值增加在增加,整体的制造业行业科技进步水平还有继续提升的空间。

##### 2. 制造业科技进步水平影响因素分析

在科技进步水平测算结果的基础上,按(6)式计算,江苏省制造业科技进步水平增长的影响要素可分解结果如表3所示:

表3 2004-2013年江苏省制造业科技进步水平增长率分解

年度	科技进步 增长率	内部 增长效应	产出 结构效应	劳动力 流动效应	资本 流动效应
2004-2005	-0.0112	-0.0003	1.1219	-0.1209	-1.0119
2005-2006	0.0297	0.0059	1.0806	-0.2182	-0.8386
2006-2007	0.0059	-0.0020	1.0304	-0.1887	-0.8339
2007-2008	0.0297	0.0003	0.8569	-0.1215	-0.7060
2008-2009	-0.0120	0.0007	0.4437	-0.0093	-0.4471
2009-2010	0.0078	0.0039	0.8533	-0.1069	-0.7425
2010-2011	0.0131	0.0011	0.6931	-0.1207	-0.5603
2011-2012	0.0621	0.0047	0.4566	-0.0780	-0.3211
2012-2013	0.0671	0.0013	0.6418	-0.3002	-0.2758

综合以上实证结果分析可知:

第一,内部增长效应和产出结构效应对科技进步水平增长的影响均为正向。从表3可以看出产出结构对科技进步水平增长效应较大,内部增长效应对科技进步水平增长的效应不明显。产出结构较大的正效应意味着,合理调整优化江苏省制造业产业结构可以促进制造业科技水平增长率的提高,从而进一步增加制造业的产出,促进经济发展。

第二,劳动力流动和资本转移对科技进步水平增长呈现负效应,且资本转移效应的负向影响更为显著。由表2可知,江苏省高技术密集度和中高技术密集度制造业科技进步水平呈下降趋势。结合表1与表3可知,2004-2013年间江苏省高技术密集度和中高技术密集度制造业产业的劳动力与资本要素投入逐年增强,又由于要素投入带来的负效应,使得产业的科技进步水平下降。到目前为止,资本转移效应对科技进步水平增长的贡献更大,可能是由于技术密集型制造业的发展更多的是基于资本

的投资,新技术、新设备等的应用。2012-2013年劳动力负效应的较大增加是由于当年的劳动力投入较上年增加巨大。

第三,2004-2013年江苏省制造业整体科技进步水平和科技进步增长率稳定提升。由表2可知,中低技术密集度制造业的生产总值产值及其占比逐年增加,科技进步水平平稳上升;同时低技术密集度制造业的生产总值占制造业总产值比例逐年下降,科技进步水平在不断上升。这一结果表明十年间江苏省较低技术密集度制造业一直在不断优化的状态中,且逐渐向技术密集型倾斜。

第四,产业间整体的要素流动存在“结构负利”的情况。由表1可以看出,十年间劳动力要素投入有从其他三类技术密集度制造业产业向高技术密集度制造业转移的趋势,资本要素投入呈现集中向中高技术密集度制造业倾向的趋势。这可能是由于制造业要素投入结构的变化方向是由多种因素共同决定的,具体到江苏省的情况,主要可能有两方面的原因,其一是近年来在制造业结构调整过程中,大量外资的涌入使得江苏省较高技术密集型制造业产业的资本深化程度迅速提高;其二,是鉴于江苏省制造业发展处于工业化中后期,仍是在向技术集约化过度的过程中,较高技术密集度制造业产业中主要包含的装备制造业是制造业转型的关键,而装备制造业的优化升级的初期同样离不开要素的投入。

### 五、建 议

研究表明,江苏省制造业产业仍存在较大的调整空间,四类不同技术密集度制造业产业的结构优化对于制造业的发展具有重要意义。江苏省在未来发展中应以科技进步带动制造业升级,主要建议有以下几点:第一,要着力提升制造业科技水平,推进制造业技术密集度层次由低到高递进,尤其是引导装备制造业向数字化智能化升级,鼓励和促进技术水平较高的高技术密集型制造业发展,如医药制造业和计算机、通信和其他电子设备制造业。第二,重视制造业产出结构效应的正向影响,始终将加快制造业产出结构调整,促进制造业向技术集约型发展作为优化工作的重中之重,力图增加技术密集型制造业的产出占比,贯彻实施以实体经济为核心的“再工业化”战略。第三,注重制造业结构优化过程中的资源配置,以合理高效的劳动力和资本投入为基础,为优化制造业结构提供保障,在制造业升级过程中,应加大对具有高技术、新科技、高效率的制造业行业的要素投入。

### 参考文献

1. 江苏统计局:《江苏统计年鉴》,〔北京〕中国统计出版社 2004-2013:10-300。
2. M Syrquin. Pattern of Structural Change in H.B. Chenery and T.N. Srinivasan. Hand Book of Development in Economics, Amsterdam: North Holland, 1988: 203-273.
3. 吕铁:《制造业结构变化对生产率增长的影响研究》,〔北京〕《管理世界》2002年第22期。
4. 袁正英、丁同玉:《从产业结构角度看我国制造业科技进步》,《南通大学学报》(社会科学版)2005年第2期。
5. 吴永林:《技术进步对产业结构变化的作用——基于北京高技术产业的实证分析》,〔太原〕《技术经济与管理研究》2012年第9期。
6. M Timmer and A Szirmai. Productivity Growth in Asian Manufacturing: The Structural Bonus Hypothesis Examined. Structural Change and Economic Dynamics, 2000, (1):317-392.
7. 万兴、范金、胡汉辉:《江苏制造业 TPF 增长、技术进步及效率变动分析——基于 SFA 和 DEA 方法的比较》,〔上海〕《系统管理学报》2007年第16期。
8. 张燕、蒋建勇:《制造业科技进步与知识经济发展趋势分析》,〔广州〕《科技管理研究》2000年第4期。
9. 郭克莎:《我国技术密集型产业发展的趋势、作用和战略》,〔南京〕《产业经济研究》2005年第5期。
10. 龚关、胡关亮:《中国制造业资源配置效率与全要素生产率》,〔北京〕《经济研究》2013年第4期。
11. 李小平、陈勇:《劳动力流动、资本转移和生产率增长——对中国工业“结构红利假说”的实证检验》,〔北京〕《统计研究》2007年第7期。

〔责任编辑:天 则〕