

文章编号:1001-5132 (2008) 01-0120-06

浙江省全要素生产率的估算和分解

——基于非参数 Malmquist 生产率指数法研究

徐建军¹, 汪浩瀚^{1,2}

(1. 宁波大学 商学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学 研究生学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 运用非参数 Malmquist 生产率指数方法, 对浙江省 11 个地区的全要素生产率进行了估算和分解. 估算结果表明: “八五计划”和“九五计划”期间, 所有地区的 TFP 增长迅速, 而“十五规划”期间, 大部分地区的 TFP 则下降显著; 进一步分解发现各地区的技术效率是收敛的, 对 TFP 的影响较小, 而技术变动与 TFP 波动趋势相同, 对 TFP 变动起决定作用.

关键词: Malmquist 生产率指数法; 全要素生产率; 技术效率; 技术进步

中图分类号: F224.0

文献标识码: A

改革开放以来, 浙江经济持续快速增长, 国内生产总值(GDP)由 1978 年的 123.72 亿元增长到 2005 年的 13 365 亿元, 年均增长率约为 16.6%, 高出全国年均 GDP 增长率 1.6 个百分点. 大量研究表明除了劳动、资本投入对浙江经济的增长起到了重要作用外, 全要素生产率(TFP)也是浙江经济增长的重要源泉^[1-3]. 已有文献强调了 TFP 的变动对经济增长的贡献, 但忽略了地区 TFP 变动的差异及原因. 基于非参数 Malmquist 生产指数法不但能测算 TFP 值, 还能对其进行分解, 本文采用该法对浙江省 11 个地区 TFP 进行估算和分解, 阐明 TFP 组成以及它们与经济增长变动之间的关系, 以加深对浙江地区经济增长差距成因的认识.

1 非参数 Malmquist 生产率指数方法

1982 年, Caves 等将 Malmquist 提出的用于分

析不同时期消费变化的指数思想用到了生产效率的分析上. 依据文献[4], Malmquist 生产率指数可表示为:

$$M_i^t = \frac{D_i^t(x^t, y^t)}{D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})}, \quad (1)$$

其中, t 表示时期; x^t 为投入向量; y^t 为产出向量; $D_i^t(x^t, y^t)$ 代表第 t 期技术水平为参照的当期技术效率水平; $D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 代表第 t 期技术水平为参照的第 $t+1$ 期技术效率水平. (1) 式表示以 t 时期的技术条件为参照, 从 t 时期到 $t+1$ 时期的技术效率变化. 类似地, 从 t 时期到 $t+1$ 时期, 以 $t+1$ 时期技术条件为参照的 Malmquist 生产率指数表示为:

$$M_i^{t+1} = \frac{D_i^{t+1}(x^t, y^t)}{D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}, \quad (2)$$

其中, $D_i^{t+1}(x^t, y^t)$ 代表第 $t+1$ 期技术水平为参照的 t 期技术效率水平; $D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 代表第 $t+1$ 期技术水平为参照的当期技术效率水平.

收稿日期: 2007-08-12.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://3xb.nbu.edu.cn>

基金项目: 教育部人文社科基金项目(03JD790023).

作者简介: 徐建军(1977-), 男, 湖北赤壁人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 技术经济和区域经济. E-mail: xu-jj@hotmail.com

为了得到从 t 时期到 $t+1$ 时期的 Malmquist 生产力变动值, 可用(1)、(2)式的几何平均值, 构造从 t 到 $t+1$ 期的 Malmquist 生产力变化指数公式:

$$M_i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = ((D_i^t(x^t, y^t) / D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})) \times (D_i^{t+1}(x^t, y^t) / D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})))^{1/2}, \quad (3)$$

式中, t 表示时期; x^t 为投入向量; y^t 为产出向量; $D_i^t(x^t, y^t)$ 代表第 t 期技术水平为参照的当期技术效率水平; $D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 代表第 t 期技术水平为参照的第 $t+1$ 期技术效率水平; $D_i^{t+1}(x^t, y^t)$ 代表第 $t+1$ 期技术水平为参照的 t 期技术效率水平; $D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 代表第 $t+1$ 期技术水平为参照的当期技术效率水平. 如果从 t 时期到 $t+1$ 时期生产率变化的 Malmquist 生产率指数大于 1, 说明从 t 时期到 $t+1$ 时期的 TFP 增长了; 反之则说明下降了.

根据文献[4,5], Malmquist 生产率变动指数又可分解为技术效率变动(EC)和技术变动(TC)2 部分的乘积, (3)式又可分解为(4)式:

$$M_i(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = (D_i^t(x^t, y^t) / D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})) \times ((D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})) (D_i^{t+1}(x^t, y^t) / D_i^t(x^t, y^t)))^{1/2} = \Delta EC \times \Delta TC, \quad (4)$$

式中, 第一部分 ΔEC , 就是从 t 到 $t+1$ 期技术效率的变动, 当 $\Delta EC > 1$, 表示技术效率上升; 反之则为技术效率衰退. 第二部分 ΔTC , 就是从 t 到 $t+1$ 期技术的变动, 当 $\Delta TC > 1$, 表示技术进步; 反之则为技术衰退.

为了求出 Malmquist 生产率指数变动值, 先求出 4 个混合距离函数值, 第 k 个决策单元的距离函数 $D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1} | c, s)$ 的倒数可由线性规划(5)式求出, 其他 3 个距离函数可同理得到. 由于基于投入导向的距离函数与基于产出导向的距离函数不同, 这里是仅以前者为例说明.

$$\begin{aligned} D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1} | c, s)^{-1} &= \text{Min } \theta^k; \text{s.t. } y_{k,m}^{t+1} \\ &\sum_{k=1}^K z_k^t y_{k,m}^t, m=1, 2, \dots, M; \\ &\sum_{k=1}^K z_k^t x_{k,n}^t \leq \theta^k x_{k,n}^{t+1}, n=1, 2, \dots, N; \\ &z_k^t \geq 0, k=1, 2, \dots, K. \end{aligned} \quad (5)$$

2 变量和数据

根据研究对象, 确立变量指标, 包括投入和产出 2 大类. 其中, 投入指标包括劳动要素和资本要素, 产出指标为经济增量. 劳动要素是指人力资源中从事各类劳动并获取报酬的那部分人口在经济、社会中的投入形成的劳动投入量. 就劳动投入量而言, 应该用标准劳动强度的劳动时间来衡量, 但由于目前浙江省统计工作水平有限, 缺少分类较细的劳动力和劳动报酬数据, 不能直接得到工人每年工作时间的数据和工资数据. 当前, 研究者们对于劳动投入通常以历年的劳动力人数或全社会从业者人数来代替. 本文也采用浙江省各地区全社会从业人员人数来表示劳动投入量.

资本要素, 一般采用资本存量来表示, 但由于资本存量的计算, 如永续存盘法, 要涉及到当年投资指标、基年资本存量、投资品价格指数和经济折旧率等指标, 这些指标在地区层面的数据的选取缺少参考依据, 使得选择随意性较大, 最终测算的资本存量定会与实际相距甚远. 同时, 采用资本存量指标会使得闲置的资本被统计在其中, 并且会使新实物资本和旧实物资本的使用效率同等对待^[6]. 在权衡之后, 本文用全社会固定资产投资总额来代替. 由于浙江并没有公布 1995 年以前的固定资产投资价格指数, 本文采用文献[3]计算的投资价格指数, 并换算成 1990 年为基期的投资价格指数对固定资产投资额进行相应调整.

产出一般以国民生产总值或国内生产总值等来表示, 由于本文没有考虑国外经济因素, 产出指标以 GDP 表示, 并换算成 1990 年的不变价格进行计算. 所有基础数据均来自《新浙江五十年统计资料汇编》和相关的《浙江统计年鉴》, 在数据划分上参照文献[5], 按照 5 年一个时间段, 将 1990~2005 年划分为 1990~1995, 1995~2000, 2000~2005 3 个阶段, 再将 2000~2005 年以 1 年为间隔期, 也划分为 5 个阶段来具体考察“十五”期间的

表1 浙江省各地区全要素生产率变动值

	1990~ 1995年	1995~ 2000年	2000~ 2005年	2000~ 2001年	2001~ 2002年	2002~ 2003年	2003~ 2004年	2004~ 2005年
杭州	1.74	1.77	1.21	1.09	1	1.06	1.11	1.11
宁波	1.81	2.20	1.03	1	1.01	1.03	1.09	1.10
嘉兴	2.21	1.67	1.21	1.10	1.05	1.14	1.21	0.98
湖州	1.78	1.68	0.72	0.93	0.84	1.24	1.09	0.86
绍兴	1.60	2.19	0.79	0.98	0.91	0.72	1.08	1
舟山	1.73	1.44	1.11	0.97	1.04	0.97	1.03	1.13
浙东北	1.81	1.83	1.01	1.01	0.98	1.03	1.10	1.03
温州	1.54	1.61	0.96	0.96	0.90	1.05	1.03	1.08
金华	1.21	1.70	0.57	0.72	0.75	1.01	0.79	1.51
衢州	1.24	1.10	0.77	0.83	0.89	0.98	1.03	1.01
台州	1.46	2.05	0.57	0.89	0.63	0.94	1.02	0.98
丽水	0.92	0.78	0.83	0.91	0.81	0.97	1.04	1.05
浙西南	1.27	1.45	0.74	0.86	0.8	0.99	0.98	1.13
省均值	1.57	1.65	0.89	0.94	0.89	1.01	1.05	1.07

TFP 的变动情况.

3 实证结果与分析

根据投入导向的规模报酬不变模型(CRS)以及浙江省 11 个地区(市)的统计数据,使用 Onfront 2.0 计量软件,可计算出浙江省各地区(市)1990~2005 年 TFP 的变动值.

3.1 全要素生产率变动

从计算结果(表 1)可知,在“八五”(1990~1995 年)和“九五”(1995~2000 年)期间,除丽水外,其余 10 个城市的 TFP 都是上升的,而在“十五”(2000~2005 年)期间,只有杭州、宁波、嘉兴、舟山 4 个市的 TFP 增长了,其余 7 个城市 TFP 都呈下降趋势.若按传统的分法,将浙江划分为浙东北(包括杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、舟山)和浙西南(包括温州、金华、衢州、台州、丽水),在“八五”和“九五”期间,浙东北和浙西南地区的平均 TFP 值都上升了,在“十五”期间,浙东北的 TFP 几乎没有增长,而浙西南的 TFP 呈下降趋势.因此,算术平均求得的全省 TFP 值,在“八五”和“九五”期间呈现上升趋势,分别达到了 1.57、1.65,而在“十五”期间 TFP 值只有 0.89,表明在这期

间 TFP 下降了.进一步考察“十五”期间的 TFP 的变化情况,发现尽管 2000~2002 年间 TFP 有所下降,而 2003~2005 年的 TFP 已呈上升趋势.以下根据 TFP 的分解结果来分析不同时期 TFP 变动的的原因.

3.2 技术效率变动

根据公式(4),TFP 值可分解为技术效率变动和技术变动 2 部分.表 2 给出了浙江省 11 个地区(市)技术效率变动值.从表 2 中可以看出,1990~2005 年间,在 11 个地级市中,只有杭州的技术效率处于前沿面上.从浙东北来看,“八五”和“九五”期间的技术效率都上升了,而在“十五”期间却下降了,这主要是由湖州和绍兴的技术效率下降带动的.从浙西南看,“八五”期间和“十五”期间技术效率提升了,而在“九五”期间技术效率有所下降,这主要是由丽水和衢州的技术效率下降引起的.就整体而言,“八五”期间全省技术效率变动平均值为 1.07,表现为技术效率稍为上升,“九五”期间技术效率变动值为 0.94,这说明技术效率有所下降,而“十五”期间技术效率保持不变,这表明浙江省自 1990 年以来的技术效率波动幅度范围是较小的.浙江技术效率波动幅度较小的原因可以从技术效率呈现出的特征中找到答案.一般来说,

表 2 浙江省各地区技术效率变动值

	1990 ~ 1995 年	1995 ~ 2000 年	2000 ~ 2005 年	2000 ~ 2001 年	2001 ~ 2002 年	2002 ~ 2003 年	2003 ~ 2004 年	2004 ~ 2005 年
杭州	1	1	1	1	1	1	1	1
宁波	0.96	1.22	0.97	1	1	1	0.99	0.98
嘉兴	1.20	0.94	1	1.03	1.04	1.04	1.02	0.88
湖州	1.11	0.99	0.73	0.94	0.83	1.15	1.05	0.77
绍兴	1	1.29	0.87	1	1	0.92	1.04	0.91
舟山	1.06	0.82	1.18	0.99	1.11	1.07	0.98	1.02
浙东北	1.06	1.04	0.96	0.99	1	1.03	1.01	0.93
温州	1.21	0.91	1.36	0.98	0.98	1.41	1	1
金华	1	0.94	0.82	0.80	0.86	1.23	0.71	1.37
衢州	1.14	0.61	1	0.89	1.01	1.23	0.98	0.92
台州	1.11	1.13	0.85	1	0.74	1.31	0.97	0.90
丽水	1.02	0.45	1.20	0.97	0.91	1.41	1	0.96
浙西南	1.10	0.81	1.05	0.93	0.90	1.32	0.93	1.03
省均值	1.07	0.94	1	0.96	0.95	1.16	0.98	0.97

表 3 浙江省各地区技术效率值

	1990 年	1995 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
杭州	1	1	1	1	1	1	1	1
宁波	0.85	0.82	1	1	1	1	0.99	0.97
嘉兴	0.73	0.87	0.82	0.85	0.89	0.92	0.94	0.82
湖州	0.83	0.93	0.91	0.86	0.71	0.82	0.86	0.67
绍兴	0.77	0.78	1	1	1	0.92	0.95	0.87
舟山	0.76	0.81	0.66	0.66	0.73	0.78	0.77	0.78
浙东北	0.82	0.87	0.90	0.90	0.89	0.91	0.92	0.85
温州	0.67	0.8	0.74	0.72	0.71	1	1	1
金华	1	1	0.94	0.75	0.64	0.79	0.56	0.77
衢州	0.77	0.88	0.54	0.48	0.48	0.59	0.58	0.54
台州	0.79	0.88	1	1	0.74	0.97	0.94	0.85
丽水	0.98	1	0.45	0.44	0.40	0.56	0.56	0.54
浙西南	0.84	0.91	0.73	0.68	0.59	0.78	0.73	0.74
省均值	0.83	0.89	0.82	0.80	0.75	0.85	0.83	0.80

一个经济落后的地区通过学习和使用发达地区先进的技术,能使得经济增长速度迅速提高,使得二者发展速度差距缩小,经济发展就会出现所谓的“收敛现象”。同理,技术效率也具有这种“收敛”特征。我们选取具有代表性年份的技术效率值(表 3),运用计量模型对其进行检验。

1992 年,Barro和Sala-i-Martin提出的检验经济增长收敛特征的模型是最常用到的分析工具^[7],将其加以改造,可用于检验浙江省的技术效率的敛散性,设定模型为:

$$\Delta TE_{it} = \alpha + \beta \text{Ln}TE_{io} + \varepsilon_{it}$$

其中, ΔTE_{it} 为第 i 个地区从基准期到第 t 期的技术效率增长率; $\text{Ln}TE_{io}$ 为基准期的技术效率的对数值; ε_{it} 为随机扰动项。如果回归的结果值为负值,则表明存在收敛性;如果为正值,则表示存在发散性。结合表 3 中数据,通过回归得出表 4 中的

表 4 技术效率敛散性检验结果

	1990 ~ 1995 年	1995 ~ 2000 年	2000 ~ 2005 年
系数 β	- 0.32	- 1.10	- 0.28
t 统计量	- 3.09	- 1.56	- 2.00
常数项 α	- 0.01	- 0.20	- 0.09
t 统计量	- 0.15	- 1.86	- 1.74
R^2	0.52	0.21	0.31

表5 浙江省各地区技术变动值

<i>TC</i>	1990 ~ 1995 年	1995 ~ 2000 年	2000 ~ 2005 年	2000 ~ 2001 年	2001 ~ 2002 年	2002 ~ 2003 年	2003 ~ 2004 年	2004 ~ 2005 年
杭州	1.74	1.77	1.21	1.09	1	1.06	1.11	1.11
宁波	1.88	1.81	1.06	1	1.01	1.03	1.10	1.12
嘉兴	1.84	1.77	1.21	1.06	1.01	1.10	1.18	1.12
湖州	1.60	1.71	0.98	0.98	1.02	1.08	1.04	1.11
绍兴	1.59	1.70	0.91	0.98	0.91	0.78	1.04	1.10
舟山	1.64	1.76	0.94	0.97	0.94	0.91	1.05	1.11
浙东北	1.72	1.75	1.05	1.01	0.98	0.99	1.09	1.11
温州	1.28	1.76	0.71	0.98	0.92	0.75	1.03	1.08
金华	1.21	1.82	0.70	0.90	0.87	0.82	1.12	1.11
衢州	1.09	1.79	0.77	0.93	0.87	0.79	1.05	1.10
台州	1.31	1.81	0.68	0.89	0.85	0.72	1.04	1.09
丽水	0.90	1.72	0.69	0.94	0.89	0.69	1.03	1.09
浙西南	1.16	1.78	0.71	0.93	0.88	0.75	1.05	1.09
省均值	1.46	1.77	0.90	0.97	0.94	0.88	1.07	1.10

结果. 从表4可知, 检验系数 β 在3个不同时段均为负, 且都通过了 t 统计量的检验, 这表明自20世纪90年代以来, 浙江省11个地区之间的技术效率呈现出了“收敛”特征, 即技术效率低的地区其增长率要大于技术效率高的地区的同一值.

技术效率呈现出这种收敛特征可以归为外部和内部因素共同作用的结果. 一方面, 经济的开放程度, 包括外国直接投资和对外贸易, 都是促进技术扩散和决定其收敛程度和速度的关键因素. 浙江恰好处于对外开放的前沿, 对外开放度较高, 这对于学习、引进国外的先进技术和管理经验都十分有利; 另一方面, 各区域内部的要素的自由流动也是技术扩散的重要原因. 由于浙江省政府鼓励先进帮扶后进, 消除了地区间的技术扩散的壁垒, 有利于落后地区间的技术效率向发达地方靠近, 促使了各地区的技术效率逐步趋近.

由于TFP是技术效率变动与技术变动的乘积, 若技术效率不对浙江TFP变动起主要作用, 那么, 技术变动便可能是影响浙江省TFP值变动的主要因素, 表5的结果进一步证实了我们的判断.

3.3 技术变动

从表5的结果看, 杭州、宁波、嘉兴3市16年来技术一直呈现出良好的进步状态, 而其他城市

尽管在“八五”、“九五”期间也处于技术进步状态, 但在“十五”期间却出现了不同程度的减缓或衰退. 进一步分析, 发现浙西南地区在1990~2000年间的技术进步率较大, 但进入新世纪后, 技术进步率有较大程度的下降; 令人欣慰的是, 浙东北地区连续16年都呈现出技术进步状态. 通过算术平均可知, “八五”和“九五”期间, 浙江省技术变动值分别达到了1.46、1.77, 表现为技术进步; 而“十五”期间, 技术变动值为0.90, 表现出技术衰退迹象. 这种趋势与浙江省TFP变动和整体趋势相一致, 说明在技术效率收敛情况下, 技术变动直接影响了浙江TFP的变动规律.

从浙江经济发展的历程中, 我们发现制度因素或者说政策因素对技术变动非常关键. 自20世纪80年代中后期以来, 科技体制改革政策(1985年)、科学技术与经济建设相结合政策(1989年)、科教兴省战略(1992年)的提出为构建技术进步平台提供了良好的政策支持, 有力地促进了浙江20世纪90年代的技术进步, 表现为技术引进速度快, 科技成果产业化高, 高新技术发展迅猛. “九五”期间, 浙江省技术进步最快, 平均之后的TFP达到了1.65的最高值. 但是, 经过一段时期后, 由于一些地方技术引进力度下降、科研投入强度削弱, 使得科技

发展后劲不足,最终导致新世纪初期部分地区技术进步率有所下降。不过,自 2004 年以来,这种趋势已得到了逆转。

4 结论

本文运用非参数 Malmaquist 指数方法对浙江省 11 个地区的全要素生产率进行了估算和分解,从中得到以下结论:

(1) 在“八五”和“九五”期间,浙江省各地区 TFP 表现出较强的增长态势,而在“十五”期间,由于浙西南地区 TFP 显著下降使得全省 TFP 值仍表现为下降趋势。

(2) 在“八五”期间,各地区技术效率有所提高,但“九五”和“十五”期间的大部分地区技术效率有一定程度下降。由于各地区的技术效率收敛、波动幅度小,技术效率变动对 TFP 变动影响不大。

(3) 各地区的技术变动趋势与 TFP 变动趋势基

本保持一致,技术变动是各地区间 TFP 变动的主要原因,并且将对未来各地区 TFP 的增长起着决定性作用。

参考文献:

- [1] 郑小勇. 浙江省经济增长要素贡献率的实证分析[J]. 经济与管理, 2004(7):66-68.
- [2] 张小蒂, 李晓钟. 对我国长三角地区全要素生产率的估算与分析[J]. 管理世界, 2005(11):59-66.
- [3] 刘亚军, 倪树高. 基于全要素生产率的浙江省经济增长质量分析[J]. 浙江社会科学, 2006(6):48-53.
- [4] Caves D W, L R Christensen, W E Diewert. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity[J]. *Econometrica*, 1982, 6:1 393-1 414.
- [5] 赵伟, 马瑞永, 何元庆. 全要素生产率变动的分解——基于 Malmquist 指数的实证分析[J]. 统计研究, 2005(7): 37-42.
- [6] 易纲, 樊纲, 李岩. 关于中国经济增长与全要素生产率理论思考[J]. 经济研究, 2003(8):15-20.
- [7] Barro R, Sala-i-Martin X. Convergence[J]. *Journal of Political Economy*, 1992 (2):223-251.

Estimation and Decomposition of Total Factors Productivity in Zhejiang Province :

A Study Based on DEA-Malmquist Productivity Index Approach

XU Jian-jun¹, WANG Hao-han^{1,2}

(1.Faculty of Business, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2.Graduate School, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: This paper uses DEA-Malmquist productivity index approach to estimate and decompose the total factors productivity (TFP) of 11 regions in Zhejiang Province. The estimating result shows that the TFP of all regions grow fast from “the 8th Five-Year Plan” to “the 9th Five-Year Plan”, while the TFP of some regions declines remarkably during “the 10th Five-Year Plan”. Further decomposing results suggest that technological efficiency change is characterized in convergence and has little effect on TFP, while technology changes in similar fashion with TFP, therefore it is identified as a main influencing factor in TFP change.

Key words: Malmquist productivity index approach; TFP; technological efficiency; technological progress

CLC number: F224.0

Document code: A

(责任编辑 史小丽)