



Munich Personal RePEc Archive

**Production factors, FDI, environmental depletion and sources of economic growth in China ——based on the decomposition of BM productivity index**

Tang, Liwei and Hu, Zongyi

School of Finance and Statistics; Hunan University, Hunan  
Changsha 410079, China

20 March 2014

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/59184/>  
MPRA Paper No. 59184, posted 21 Oct 2014 04:37 UTC

# 生产要素、FDI、环境消耗与中国经济增长源泉<sup>1</sup>

——基于 BM 生产率指数的分解

唐李伟, 胡宗义

(湖南大学 金融与统计学院, 湖南 长沙 410079)

**摘要:** 本文将固定资本存量区分为国内固定资本存量和国外固定资本存量 (FDI 存量), 然后基于 BM 生产率指数对考虑环境消耗的中国 1998-2011 年间的经济增长源泉进行分解。测算结果显示, 整体来看, TFP 贡献 4.33%, 劳动投入贡献 3.67%, 国内资本贡献 48.1%, FDI 贡献 18%, 环境消耗贡献 25.9%。分地区统计发现, 东部地区 TFP 对经济增长贡献率显著大于中西部地区, 中部地区经济增长对资本的依赖性最大, 西部地区经济增长对 FDI 的依赖性最大。本文研究结论显示, 当前中国经济增长对资本依赖度较大且存在地区差异, TFP 对经济增长的贡献率有限, 经济在快速增长的同时, 对环境产生了巨大消耗, 这种经济增长模式是不可持续的, 转变经济增长方式是必然选择。

**关键词:** BM 生产率指数; 环境消耗; FDI; 生产要素; 经济增长源泉分解

## Production factors, FDI, environmental depletion and sources of economic growth in China

——based on the decomposition of BM productivity index

Tang Li-wei, Hu Zong-yi

(School of Finance and Statistics; Hunan University, Hunan Changsha 410079, China)

**Abstract:** This article divided fixed capital stock into domestic fixed capital stock and foreign fixed capital stock (FDI stock), then by consideration of the environmental deletion, we make use of the BM productivity index to decompose the source of economic growth from 1998 to 2011. Estimates showed that, as a whole, the contribution share of TFP, labor input, domestic capital, FDI and environmental consumption to economic growth was 4.33%, 3.67%, 48.1%, 18% and 25.9% respectively. Regional Statistics found that the area which the largest contributions share TFP of to economic growth was eastern, and the economic growth of central depends on capital than others, and the economic growth of western depends on FDI than others. The results of this paper tell us that at present, China's economic growth is much more depending on capital and there is difference among three areas. The contribution of TFP to economic growth is limitation, China's economic growth has been more consumed environment and this way is not sustainable. So transforming economic growth mode is the inevitable.

**Keywords:** BM productivity index; environmental consumption; FDI; production elements; economic growth source decomposition

### 1 问题提出

发展是时代的主题, 其中, 经济增长是发展的前提, 因而受到各国政府的高度重视。自改革开放以来, 对中国经济增长的源泉和绩效的争论一直没有停歇。多数研究文献表明, 中国经济增长主要依靠生产要素投入驱动, 全要素生产率 (TFP) 在经济增长中的贡献有限, 因此是不可持续的 (刘瑞翔 (2013) [1])。Krugman (1994) 曾毫不留情的指出“要素投入增加解释了东亚的经济增长, TFP 没有贡献, 经济增长中没有技术进步, 不存在所谓的“东亚奇迹””[2]。最近的研究显示, 2004 年以来 TFP 对经济增长的贡献较低, 特别是 2007-2010 年间的贡献率为负, 1978-2010 年 TFP 对经济增长的累计贡献率为 10.9%, 2001-2010 年 TFP

<sup>1</sup>基金项目: 本文获国家社科基金重点项目“能源消费、碳排放与经济增长的一般均衡分析与政策优化研究”(12AJL007)资助。

对经济增长的累计贡献率仅为 1.9% (董敏杰, 梁泳梅 (2013)<sup>[3]</sup>), 这在一定程度上支持“TFP 在中国经济增长中的贡献有限”的结论。中国不同于亚洲其他高速增长的经济体, 对中国近期增长的研究, 可能对于许多其他的转型经济以及中国在未来几十年的进一步经济增长有着重要的政策含义 (吴延瑞 (2008)<sup>[4]</sup>)。

## 2 文献综述

经济增长核算最早由 Solow (1957)<sup>[5]</sup>提出, 对中国经济增长核算多基于该框架进行, 但由于数据选择存在差异, 经济增长中各要素对经济增长贡献率度存在显著差异。国外方面, Ao, Fulginiti (2003) 分别采用面板数据模型和随机前沿模型测算了中国 1978-1998 年的 TFP 及其对 GDP 增长的贡献, 该研究发现两种方法测算出的结果显示 TFP 对 GDP 的贡献份额分别达到 41.3% 和 38.7%<sup>[6]</sup>。Ozyurt (2009) 测算了中国 1952-2005 年工业的经济增长源泉, 研究结果发现, 样本研究期内资本积累是经济增长的主要动力, TFP 的贡献率较少<sup>[7]</sup>。WU (2003) 采用中国 1982-1997 年的省际数据研究发现, 样本研究期内的 TFP 对经济增长的贡献率为 13.5%, 其中 1992-1997 年 TFP 的贡献率为 15.2%, 1986-1991 年的贡献率为 5.3%<sup>[8]</sup>。Chow, Lin (2002) 研究发现中国内陆 1952-1978 年间 TFP 的经济增长贡献率为 15.9%<sup>[9]</sup>。Hu, Khan (1997) 研究发现, 1952-1978 年间资本投入对经济增长的贡献为 65%, 而 TFP 的贡献为 18%<sup>[10]</sup>。OECD (2013) 研究显示, 中国 1996-2001 年间要素投入对经济增长的贡献为 66%, TFP 的贡献为 34%, 2001-2006 年间要素投入的贡献率为 74.5%, TFP 的贡献率为 25.5%, 2006-2011 年间要素投入的贡献率为 78%, TFP 的贡献率为 22%<sup>[11]</sup>, 反映出近年来中国经济增长对要素投入的依赖越来越大。Borensztein, Ostry (1996) 研究发现, 1953-1978 年间, TFP 对经济增长的贡献率为负, 而 1979-1994 年间, TFP 对经济增长的贡献率达到 41%<sup>[12]</sup>。Woo (1998) 对劳动份额取不同值发现, 1979-1993 年间 TFP 对经济增长的贡献率在 13.1%-30.7% 之间变动<sup>[13]</sup>。Sharma (2007) 研究发现, 1978-1998 年间, 要素投入对经济增长的贡献率为 73%, TFP 的贡献率为 27%<sup>[14]</sup>。

国内方面, 舒元 (1993) 估算我国 1952-1990 年间 TFP 增长率发现, TFP 对产出增长的贡献率为仅 0.3%<sup>[15]</sup>。涂正革, 肖耿 (2009) 以 1998-2005 年 30 个省市地区规模以上工业 (全部国有企业及主营业务收入在 500 万元以上的非国有企业) 为基本研究, 单元研究发现 TFP 对经济增长的贡献为 48%, 要素投入对经济增长的贡献率为 31.5%<sup>[16]</sup>。吴延瑞 (2008) 采用随机前沿生产函数对我国 1992-2004 年间数据研究发现, TFP 的增长平均解释了中国经济增长的 27%<sup>[4]</sup>。章上峰, 许冰 (2009) 利用变参数估计的 1998-2005 年间 TFP 对经济增长的平均贡献率约为 13%<sup>[17]</sup>。吕冰洋, 于永达 (2008) 研究发现 1994-2005 年各省市要素投入对经济增长的贡献率平均约为 70%, TFP 对经济增长的贡献率约为 30%<sup>[18]</sup>。余丹林, 吕冰洋 (2009) 运用 HGTW R 方法对 1998-2005 年我国省份经济 TFP 进行估计, 研究发现我国 1998-2005 年 TFP 的增长率平均为 3.7%, 对经济增长的贡献度达 32.2%<sup>[19]</sup>。王恕立, 胡宗彪 (2012) 研究发现, 1990-2010 年间, TFP 对服务业经济增长的平均贡献率为 38.75%<sup>[20]</sup>。朱钟棣, 李小平 (2005) 对 1987-2002 年各行业的 TFP 研究发现, 中国所有工业行业的 TFP 增长对经济增长的贡献在 1998-2002 年的最大值只有 23.43%, 而在其他年份更低<sup>[21]</sup>。郭庆旺, 贾俊雪 (2005) 研究发现, TFP 增长对我国 1979-2004 年间经济增长的平均贡献率较低, 仅为 9.46%, 而要素投入增长的平均贡献率高达 90.54%<sup>[22]</sup>。

近期关于中国经济增长来源研究的文献分别为董敏杰, 梁泳梅 (2013)<sup>[3]</sup>、刘瑞翔 (2013)<sup>[1]</sup> 和石风光 (2014)<sup>[23]</sup>。董敏杰, 梁泳梅 (2013) 基于非参数分析框架测算出 1978-2010 年 TFP、劳动与资本对中国经济增长的贡献份额分别为 10.9%、3.7% 与 85.4%<sup>[96]</sup>。刘瑞翔 (2013) 从另一角度构建非参数经济核算模型, 并采用中国 1989-2010 年数据测算发现, 样本研究范围内, 要素投入对经济增长的贡献率为 70.2%, TFP 对经济增长的贡献率为 20.55%, 而环境消耗对经济增长的贡献率为 9.25%<sup>[1]</sup>。刘瑞翔 (2013)<sup>[1]</sup> 较董敏杰, 梁泳梅 (2013)

<sup>[3]</sup>的差别在于经济增长源泉分解方法存在差异，同时刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>还考虑了环境消耗对经济增长的贡献。石风光（2014）<sup>[23]</sup>则将环境污染计入绿色 TFP 之中，采用序列 DEA 模型对经济增长源泉进行分解。

纵观上述研究文献，对中国经济增长源泉分解基本限于测度劳动投入、资本投入和 TFP 的贡献，将环境纳入的核算框架的文献还较少，且鲜有文献将固定资本存量分解为国内固定资本存量和国外固定资本存量（FDI 存量），吴延瑞（2008）<sup>[4]</sup>可能是唯一将中国固定资本存量区分为国内固定资本存量和 FDI 存量的学者，但作者仅将两者纳入随机前沿模型进行 TFP 测算，并没有进一步分析这两者对经济增长的贡献度。因此，鉴于现有文献的研究不足，本文基于刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>的研究思路，从要素投入、TFP 和环境消耗三个方面分解中国经济增长源泉。将 FDI 存量从固定资本存量中分离出来作为国外固定资本存量，连同劳动投入、国内固定资本存量、环境消耗以及 TFP 分解中国经济增长来源。本文可能的贡献为如下三个方面：（1）在 BM 生产率指数框架下测算各要素对经济增长的贡献，BM 生产率指数既可以避免在 Mamquist 生产率指数条件下出现无可行解的情况，又可以极大简化经济增长来源分解程序。（2）将 FDI 从固定资本中分离出来，首次测算 FDI 投入对经济增长的贡献度。（3）研究发现，FDI 对经济增长贡献率显著大于 TFP 和劳动投入，1998-2011 年间的经济增长贡献率达到 18%。

### 3 研究方法 with 经济增长源泉分解

#### 3.1 Solow 增长核算法

假设 C-D 生产函数可以表示为：

$$Y = F(A, K, L) \quad (1)$$

其中，A 为技术水平，K 为资本存量，L 为劳动力。将式（1）关于时间求导，并做相应处理可得：

$$\dot{Y}/Y = g + \left(\frac{F_K K}{Y}\right) \cdot (\dot{K}/K) + \left(\frac{F_L L}{Y}\right) \cdot (\dot{L}/L) \quad (2)$$

其中， $F_K$ ， $F_L$  为关于 K，和 L 的偏导数， $g$  为技术进步变化，且  $g = \left(\frac{F_A A}{Y}\right) \cdot (\dot{A}/A)$ ，

如果生产函数为希克斯中性生产函数，则有  $F(A, K, L) = A \cdot \tilde{F}(K, L)$ ，此时  $g$  可以简化为

$g = \dot{A}/A$ 。将式（2）稍作变化可得：

$$g = \dot{Y}/Y - \left(\frac{F_K K}{Y}\right) \cdot (\dot{K}/K) + \left(\frac{F_L L}{Y}\right) \cdot (\dot{L}/L) \quad (3)$$

但实际情况下，式（3）是不可行的，因为式（3）必须知道 K 和 L 的社会边际产出  $F_K$  和  $F_L$ 。通常的处理方法是假设社会边际产出可以由要素价格体现，因此， $F_K=R$ （资本租赁价格）， $F_L=w$ （工资率）。则式（3）中  $g$  的估计可以表示为：

$$\hat{g} = \dot{Y}/Y - s_K \cdot (\dot{K}/K) + s_L \cdot (\dot{L}/L) \quad (4)$$

其中， $s_K = RK/Y$ ， $s_L = wL/Y$ ， $\hat{g}$  即为 TFP。将估算出来的  $g$  带入式（2）且两边同除  $\dot{Y}/Y$  即可得到各部分对经济增长的贡献率。由此可知，采用 Solow 增长核算法测度各成分对经济增长的贡献率思路很简单，也比较实用。

### 3.2 基本 BM 指数的经济增长源泉分解

Solow 增长核算法虽然简单，但按照新古典生产理论，TFP 应该仅限于非体现的、外生的、希克斯中性的技术进步，但在实践中要想确定要素投入的质量变动在多大程度上被识别是相当困难的，或者是不可能的（吕冰洋，于永达（2008）<sup>[18]</sup>）；其次，参数方法需要设定具体生产函数形式，不同生产函数的设定，测算结果可能存在显著差异；再次，生产要素的报酬等于边际产出的假设只有在完全竞争市场中才可能实现，对于中国等处于转型阶段的国家而言，这一假设难以满足（董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>）。而相比于参数方法，非参数方法不必确定投入产出两者间的生产函数，无须对数据进行无量纲化处理，不受主观因素影响，具有很强的客观性，也无需对投入要素的价格信息做要求（胡宗义等（2013）<sup>[24]</sup>）。基于 Solow 增长核算法的不足，董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>和刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>等创造性的从非参数方法的角度构建了基于 DEA 模型的增长核算模型，前者基于对 DEA 模型中产出无效值的巧妙运用构建了经济增长源泉的非参数分解模型，后者则从传统的 Malmquist 指数直接导出经济增长源泉的分解模型，并且考虑了环境污染对经济增长的贡献。

本文依据刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>的思路，将环境污染作为未支付的要素投入，与劳动投入、资本存量以及 FDI 存量一起作为投入要素，但本文的技术边界并不是依据 Mamquist 生产率指数构建，而是依据 BM 生产率指数构建。选择 BM 生产率指数构建技术边界的原因在于 Mamquist 生产率指数求解过程中所涉及的混合期距离函数可能会出现无可行解，而 BM 生产率指数可以解决无可行解问题。当然，处理无可行解问题还可以引入全局前沿面（全局 DEA 模型）或者超效率 DEA 模型处理，但全局 DEA 模型的缺点在于当加入新时期数据集时，全局 DEA 模型会被重新计算，容易受到研究期限限制，缺乏稳健性。虽然超效率 DEA 模型不存在缺乏稳健性的问题，但其仍然在 Mamquist 生产率指数框架下求解距离函数，这会使得分解过程过于繁琐，增加线性规划求解个数及复杂程度。而 BM 生产率指数既可以解决无可行解问题，又可以避免 GM 指数缺乏稳健性的问题，同时所涉及的线性规划求解数显著少于超效率 DEA 模型的线性规划求解数，因此，本文在 BM 生产率指数框架下对经济增长源泉进行分解。

刘瑞翔（2013）的经济增长源泉分解模型可以表示为<sup>2</sup>：

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \left[ \frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \times \left[ \frac{Y^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{Y^t(x^t, y^t)} \frac{Y^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{Y^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

其中  $y$  为实际产出， $Y$  为最大产出， $x = (l, k, e)$ 。上式右边第三项可以进一步分解：

$$\begin{aligned} \frac{Y^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{Y^t(x^t, y^t)} &= \frac{Y^t(l^{t+1}, k^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^t(l^t, k^t, e^t, y^t)} = \left[ \frac{Y^t(l^{t+1}, k^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^t(l^t, k^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{Y^t(l^{t+1}, k^t, e^t, y^t)}{Y^t(l^t, k^t, e^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\times \left[ \frac{Y^t(l^t, k^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^t(l^t, k^t, e^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{Y^t(l^{t+1}, k^{t+1}, e^t, y^t)}{Y^t(l^{t+1}, k^t, e^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\times \left[ \frac{Y^t(l^t, k^t, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^t(l^t, k^t, e^t, y^{t+1})} \times \frac{Y^t(l^{t+1}, k^{t+1}, e^{t+1}, y^t)}{Y^t(l^{t+1}, k^{t+1}, e^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\times \left[ \frac{Y^t(l^t, k^t, e^t, y^{t+1})}{Y^t(l^t, k^t, e^t, y^t)} \times \frac{Y^t(l^{t+1}, k^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^t(l^{t+1}, k^{t+1}, e^{t+1}, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (6)$$

$\frac{Y^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{Y^{t+1}(x^t, y^t)}$  也可以做类似分解，虽然式（6）能够很好的将 TFP、要素投入和环境消

<sup>2</sup> 具体细节参看刘瑞翔（2013）。

耗纳入统一框架进行分解，但仔细观察可知，式（6）的分解较为复杂，也面临无可行解情况，因此本文基于 BM 生产率指数对经济增长源泉进行分解。此外，现有文献鲜有研究 FDI 对经济增长的贡献率，本文将 FDI 从固定资本中分离出来作为国外固定资本投入单独列出，并测算 FDI 对经济增长的贡献率。

BM 生产率指数由 Pastor et al（2011）<sup>[25]</sup>提出，它的生产前沿面由  $t$  和  $t+1$  期观测值构造，现以本文所涉及的指标对 BM 生产率指数进行简单说明。假设劳动要素投入  $l \in R^+$ ，国内资本投入  $k \in R^+$ ，FDI 投入  $fdi \in R^+$ ， $P$  种环境投入要素  $e = (e_1, e_2, \dots, e_p) \in R^+$ ，经济产出  $y \in R^+$ 。

$t$  时期的投入产出组合可以表示为  $(x^t, y^t)$ ，其中  $x = (l, k, fdi, e)$ 。假设共有  $N$  个被评价单元，则一个规模报酬不变的  $t$  时期生产可能性集可以表示为：

$$T^t(x^t) = \left\{ (y^t, x^t) : \sum_{i=1}^N z_i^t y_{im}^t \geq y_{im}^t, \forall m; \sum_{i=1}^N z_i^t x_{in}^t \leq x_{in}^t, \forall n; z_i^t \geq 0, \forall i \right\} \quad (7)$$

$t+1$  时期的生产可能集  $T^{t+1}(x^{t+1})$  可以类似表示。 $t$  时期的 BM 生产可能集  $T^B(x^k)$  可以表示为：

$$T^B(x^k) = \left\{ (y^k, x^k) : \sum_{i=1}^N z_i^{t+1} y_{im}^{t+1} + \sum_{i=1}^N z_i^t y_{im}^t \geq y_{im}^k, \forall m; \sum_{i=1}^N z_i^{t+1} x_{in}^{t+1} + \sum_{i=1}^N z_i^t x_{in}^t \leq x_{in}^k, \forall n; z_i^k \geq 0, \forall i, k = t, t+1 \right\} \quad (8)$$

$t$  时期的产出距离函数可以表示为：

$$D_o^B(x^t, y^t) = \min \left\{ \phi > 0 \mid (x^t, \frac{y^t}{\phi}) \in T^B \right\} \quad (9)$$

式（9）表示给定投入向量  $x^t$  下，产出距离函数描述了生产决策单元  $y^t$  最大能够扩张的程度。距离函数满足： $0 \leq D_o^B(x^t, y^t) \leq 1$ 。若  $D_o^B(x^t, y^t) < 1$ ，说明相应的生产决策单元是非有效的，因为在给定的技术条件下产出还有增长空间。反之，则说明生产单元位于技术边界上且为有效的。此时， $(x^t, y^t)$  可以达到的最大产出可以表示为：

$$Y^B(x^t, y^t) = y^t / D_o^B(x^t, y^t) \quad (10)$$

同理可求出  $Y^B(x^{t+1}, y^{t+1})$ 。

将同一生产单元  $t$  期产出  $y^t$  与  $t+1$  期产出  $y^{t+1}$  进行比较得到：

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D_o^B(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^B(x^t, y^t)} \times \frac{Y^B(x^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(x^t, y^t)} \quad (11)$$

式（11）右边第一项为 BM 指数，可以进一步分解为效率变化指数与技术进步指数的乘积，式（11）可以转化为：

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_o^B(x^{t+1}, y^{t+1})/D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^B(x^t, y^t)/D_o^t(x^t, y^t)} \times \frac{Y^B(x^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(x^t, y^t)} \quad (12)$$

式 (12) 涉及到四个线性规划求解, 其中  $D_o^t(x^t, y^t)$  和  $D_o^B(x^t, y^t)$  可以通过式 (13) 和 (14) 两个规划求解得到。

$$D_o^t(x^t, y^t) = \min \left\{ \phi > 0 \mid \left( x^t, \frac{y^t}{\phi} \right) \right\} = \max \left\{ \beta > 0 \mid (x^t, \beta y^t) \right\}$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{i=1}^N z_i^t y_{im}^t \geq \beta y_m^t, & m = 1, \dots, M \\ \sum_{i=1}^N z_i^t x_{ik}^t \leq x_{ik}^t, & n = 1, \dots, K \\ z_i^t \geq 0 \end{cases} \quad (13)$$

$$D_o^B(x^t, y^t) = \min \left\{ \phi > 0 \mid \left( x^t, \frac{y^t}{\phi} \right) \right\} = \max \left\{ \beta > 0 \mid (x^t, \beta y^t) \right\}$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{i=1}^N z_i^{t+1} y_{im}^{t+1} + \sum_{i=1}^N z_i^t y_{im}^t \geq \beta y_m^t, & m = 1, \dots, M \\ \sum_{i=1}^N z_i^{t+1} x_{ik}^{t+1} + \sum_{i=1}^N z_i^t x_{ik}^t \leq x_{ik}^t, & n = 1, \dots, K \\ z_i^t \geq 0, \quad z_i^{t+1} \geq 0 \end{cases} \quad (14)$$

同理可以求得  $t+1$  时期的方向性距离函数  $D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$  和  $D_o^B(x^{t+1}, y^{t+1})$ 。进一步观察式 (12) 右边最后一项可发现, 其可以进一步分解, 考虑  $x = (l, k, fdi, e)$ , 有:

$$\begin{aligned} \frac{Y^B(x^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(x^t, y^t)} &= \frac{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^t, y^t)} \\ &= \left[ \frac{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(l^t, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{Y^B(l^{t+1}, k^t, fdi^t, e^t, y^t)}{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\times \left[ \frac{Y^B(l^t, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(l^t, k^t, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^t, e^t, y^t)}{Y^B(l^{t+1}, k^t, fdi^t, e^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\times \left[ \frac{Y^B(l^t, k^t, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^t, y^t)}{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^t, e^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\times \left[ \frac{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^t, y^{t+1})} \times \frac{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^t)}{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\times \left[ \frac{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^t, y^{t+1})}{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^t, y^t)} \times \frac{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= labor \times capital \times fdi \times env \\ &\times \left[ \frac{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^t, y^{t+1})}{Y^B(l^t, k^t, fdi^t, e^t, y^t)} \times \frac{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^{t+1})}{Y^B(l^{t+1}, k^{t+1}, fdi^{t+1}, e^{t+1}, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \quad (15)$$

其中  $labor$ 、 $capital$ 、 $fdi$  和  $env$  分别表示劳动力要素投入、国内固定资本投入、FDI

和环境消耗对产出变化的影响，式（15）最后一项中左边一项表示  $t$  时期相同的投入在相同技术水平下的潜在最大产出之比，由于投入要素保持不变，生产技术也不变，因此两者之间的潜在产出是相等的，比恒为 1，同理，右边一项的比恒为 1。结合式（12）和（15）可得：

$$\frac{y^{t+1}}{y^t} = \text{eff} \times \text{tech} \times \text{labor} \times \text{capital} \times \text{fdi} \times \text{env} \quad (16)$$

其中  $\text{eff}$  和  $\text{tech}$  分别表示效率变化指数和技术进步变化指数，对应于式（12）右边的前两项。参考刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>，将式（16）进一步进行结构分解可得：

$$\begin{aligned} \frac{y^{t+1}}{y^t} - 1 &= \frac{1}{2}(1 + \text{tech} \times \text{labor} \times \text{capital} \times \text{fdi} \times \text{env}) \times (\text{eff} - 1) \\ &+ \frac{1}{2}(\text{eff} + \text{labor} \times \text{capital} \times \text{fdi} \times \text{env}) \times (\text{tech} - 1) \\ &+ \frac{1}{2}(\text{eff} \times \text{tech} + \text{capital} \times \text{fdi} \times \text{env}) \times (\text{labor} - 1) \\ &+ \frac{1}{2}(\text{eff} \times \text{tech} \times \text{labor} + \text{fdi} \times \text{env}) \times (\text{capital} - 1) \\ &+ \frac{1}{2}(\text{eff} \times \text{tech} \times \text{labor} \times \text{capital} + \text{env}) \times (\text{fdi} - 1) \\ &+ \frac{1}{2}(\text{eff} \times \text{tech} \times \text{labor} \times \text{capital} \times \text{fdi} + 1) \times (\text{env} - 1) \end{aligned} \quad (17)$$

式（17）可进一步简化为：

$$\frac{\Delta y}{y} = \alpha_1 \Delta \text{eff} + \alpha_2 \Delta \text{tech} + \alpha_3 \Delta \text{labor} + \alpha_4 \Delta \text{capital} + \alpha_5 \Delta \text{fdi} + \alpha_6 \Delta \text{env} \quad (18)$$

式（17）和式（18）计算的是各省市的经济增长源泉，根据董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>和刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>的思路，结合本文 BM 指数分解框架，全国空间加总和跨期累积经济增长源泉测算可以依据式（19）和式（20）计算：

$$\begin{aligned} \frac{y^{t+1}}{y^t} - 1 &= \frac{\Delta y^{t,t+1}}{y^t} = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^{t,t+1}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta y_i^{t,t+1}}{y_i^t} \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\ &= \sum_{i=1}^N (\alpha_1^i \Delta \text{eff}_i + \alpha_2^i \Delta \text{tech}_i + \alpha_3^i \Delta \text{labor}_i + \alpha_4^i \Delta \text{capital}_i + \alpha_5^i \Delta \text{fdi}_i + \alpha_6^i \Delta \text{env}_i) \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\ &= \sum_{i=1}^N \alpha_1^i \Delta \text{eff}_i \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \sum_{i=1}^N \alpha_2^i \Delta \text{tech}_i \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \sum_{i=1}^N \alpha_3^i \Delta \text{labor}_i \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\ &+ \sum_{i=1}^N \alpha_4^i \Delta \text{capital}_i \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \sum_{i=1}^N \alpha_5^i \Delta \text{fdi}_i \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \sum_{i=1}^N \alpha_6^i \Delta \text{env}_i \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned}
\frac{y^{t+T}}{y^t} - 1 &= \frac{\Delta y^{t,t+T}}{y^t} = \frac{\sum_{j=1}^T \Delta y_i^{t,t+j}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^{t,t+1}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^{t+1,t+2}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \dots + \frac{\sum_{i=1}^N \Delta y_i^{t+T-1,t+T}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\
&= \sum_{i=1}^N \frac{\Delta y_i^{t,t+1}}{y_i^t} \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta y_i^{t+1,t+2}}{y_i^{t+1}} \frac{y_i^{t+1}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \dots + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta y_i^{t+T-1,t+T}}{y_i^{t+T-1}} \frac{y_i^{t+T-1}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\
&= \sum_{i=1}^N (\alpha_{i,1}^{t,t+1} \Delta \text{eff}_i^{t,t+1} + \alpha_{i,2}^{t,t+1} \Delta \text{tech}_i^{t,t+1} + \dots + \alpha_{i,6}^{t,t+1} \Delta \text{env}_i^{t,t+1}) \frac{y_i^t}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\
&\quad + \sum_{i=1}^N (\alpha_{i,1}^{t+1,t+2} \Delta \text{eff}_i^{t+1,t+2} + \alpha_{i,2}^{t+1,t+2} \Delta \text{tech}_i^{t+1,t+2} + \dots + \alpha_{i,6}^{t+1,t+2} \Delta \text{env}_i^{t+1,t+2}) \frac{y_i^{t+1}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\
&\quad \dots \dots \dots \\
&\quad + \sum_{i=1}^N (\alpha_{i,1}^{t+T-1,t+T} \Delta \text{eff}_i^{t+T-1,t+T} + \alpha_{i,2}^{t+T-1,t+T} \Delta \text{tech}_i^{t+T-1,t+T} + \dots + \alpha_{i,6}^{t+T-1,t+T} \Delta \text{env}_i^{t+T-1,t+T}) \frac{y_i^{t+T-1}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} \\
&= \sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^N \alpha_{i,1}^{t+j-1,t+j} \Delta \text{eff}_i^{t+j-1,t+j} \frac{y_i^{t+j-1,t+j}}{\sum_{i=1}^N y_i^t} + \dots + \sum_{j=1}^T \sum_{i=1}^N \alpha_{i,6}^{t+j-1,t+j} \Delta \text{env}_i^{t+j-1,t+j} \frac{y_i^{t+j-1,t+j}}{\sum_{i=1}^N y_i^t}
\end{aligned} \tag{20}$$

## 4 数据处理与中国经济增长源泉分解结果分析

### 4.1 数据来源与相关指标处理

本文涉及产出 (GDP)、劳动投入 (labor)、国内固定资本存量 (capital)、FDI 存量以及环境投入 (env) 共五个指标 1998-2011 年的省际面板数据, 数据集并未包括港澳台地区, 以及数据缺失较多的西藏。其中产出为以 2000 年为基期的实际地区生产总值, 数据来源于《中国统计年鉴》; 劳动投入 1998-2011 年数据来源于各地区统计年鉴, 并以年中值代替; 国内固定资本存量采用固定资本存量减去 FDI 存量得到, 固定资本存量采用永续盘存法估算, 具体估算思路参考单豪杰(2008)<sup>[26]</sup>。由于单豪杰(2008)<sup>[26]</sup>并未估算重庆的固定资本存量, 参考孙辉等(2010)<sup>[27]</sup>估算的数据计算出重庆和四川的资本存量之比, 并基于此对采用单豪杰(2008)<sup>[26]</sup>的方法估算出的重庆和四川的总的资本存量进行分割, 固定资本存量以 2000 年为基期。这里孙辉等(2010)<sup>[27]</sup>测算的固定资本存量仅更新到 2008 年, 本文对随后几年的数据采用永续盘存法进行补齐。FDI 存量估计仍采用永续盘存法, 具体公式为:

$$fdi_t = fdi_{t-1}(1 - \delta_t) + fdiflow_t \tag{21}$$

其中  $fdi$  表示 FDI 存量,  $\delta_t$  为折旧率, 本文将 FDI 折旧率取固定资本折旧率相等值 10.96%,  $fdiflow$  表示 FDI 投资额, 并以固定资产投资价格指数进行价格调整, 基期为 2000 年。由于数据较为缺乏, 大部分省市 1987 年以后才公布连续的 FDI 数据, 因此本文以 1987 年作为 FDI 投资的起始年份估算 FDI 存量。通常 1987 年 FDI 存量可以依据 1987 年 FDI 除以 1987-1992 年 FDI 几何平均增长率与折旧率之和得到 1987 年的 FDI 存量, 公式如下:

$$fdi_{1987} = \frac{fdiflow_{1987}}{g_{1987-1992} + \delta} \tag{22}$$

由于 1987-1992 年间的波动性较大, 多个省市  $g_{1987-1992} + \delta$  为负值, 导致估计出的期初 FDI 存量为负值, 与实际不符。为解决这个问题, 本文借鉴赵奇伟(2009)<sup>[28]</sup>的思路, 采用各省基年 FDI 除以 10% 作为该地区的初始 FDI 存量。这种估计方法虽然能够避免式(22)中出现的负值 FDI 存量, 但基年 FDI 存量估计不一定准确, 从而影响测算 FDI 对经济增长

的贡献率。仔细观察式(21)可以发现,如果时间序列较长而我们只是分析最近一段时期的生产函数,那么初始 FDI 存量估计的准确性并不是大问题。根据式(21)推断,只要经过 $1/\delta$ 年(本文约为 10 年),初始 FDI 存量都将被折旧掉而对近期的 FDI 存量估计没有任何影响。因此,本文样本研究区间选为 1998-2011 年,以便消除初始 FDI 存量估计不准确对研究结论产生影响,FDI 数据来源于各省市统计年鉴。最后一个变量为环境变量<sup>3</sup>,采用 CO<sub>2</sub> 和 SO<sub>2</sub> 表示,与其他污染物不一样,我国目前暂无统计机构公布 CO<sub>2</sub> 排放数据,需自己计算,本文 CO<sub>2</sub> 排放来源于化石能源消费所产生的排放,采用单位能源 CO<sub>2</sub> 排放系数,2.13 吨 CO<sub>2</sub>/吨标准煤(李小平,卢现祥(2010)<sup>[29]</sup>)计算我国各省市碳排放量,各地区能源消费数据来源于《中国能源统计年鉴》。SO<sub>2</sub> 数据来源于《中国统计年鉴》,各变量的描述性统计值如见表 1。

表 1 各变量描述性统计值

变量	观测值	单位	均值	标准差	最小值	最大值
GDP	420	亿元	6137.91	6057.72	223.88	39239.9
labor	420	万人	2364.06	1586.89	255.8	6443.75
capital	420	亿元	11138.37	10701.83	482.26	70402.5
fdi	420	亿元	1090.63	1640.7	7.66	8449.49
CO <sub>2</sub>	420	亿吨	1.8	1.38	0.09	7.91
SO <sub>2</sub>	420	万吨	72.93	46.07	2	225.89

## 4.2 中国经济增长源泉分解结果分析

### (1) 经济增长源泉分解总体分析

表 2 中国经济增长源泉分解 (%)

年度	gdp	tfp	eff	tech	labor	K	capital	fdi	env
1998-1999	9.09	6.83	0.92	5.91	0.57	88.82	67.35	21.47	3.78
1999-2000	9.82	5.79	-0.53	6.32	2.02	66.26	51.60	14.66	25.93
2000-2001	9.66	8.87	1.48	7.40	2.57	67.80	53.05	14.75	20.75
2001-2002	10.87	8.33	4.54	3.79	2.91	60.35	44.91	15.43	28.42
2002-2003	12.33	0.63	-0.29	0.92	3.54	52.10	38.34	13.76	43.73
2003-2004	13.66	-0.28	-3.45	3.17	4.40	53.98	39.25	14.73	41.90
2004-2005	12.90	-11.15	-12.03	0.88	5.49	60.16	43.92	16.24	45.49
2005-2006	13.73	6.84	-1.26	8.10	3.66	62.63	44.26	18.37	26.87
2006-2007	14.38	10.52	1.36	9.16	3.19	61.90	42.06	19.84	24.39
2007-2008	11.72	6.01	-1.49	7.49	5.93	70.92	49.70	21.21	17.15
2008-2009	11.64	2.86	-4.96	7.82	5.23	76.12	57.64	18.47	15.80
2009-2010	13.11	7.82	-4.33	12.15	3.00	64.27	48.09	16.17	24.92
2010-2011	11.75	2.57	-8.22	10.79	3.52	73.95	55.15	18.80	19.96
1998-2011	330.61	4.33	-3.20	7.53	3.67	66.10	48.12	17.97	25.90

<sup>3</sup> 本文的研究的环境变量由大气污染物构成,主要包括二氧化碳排放、二氧化硫排放和烟粉尘排放。由于样本研究年份内各地区烟粉尘总量排放缺失数据的年份较多,因此并未包括在内。

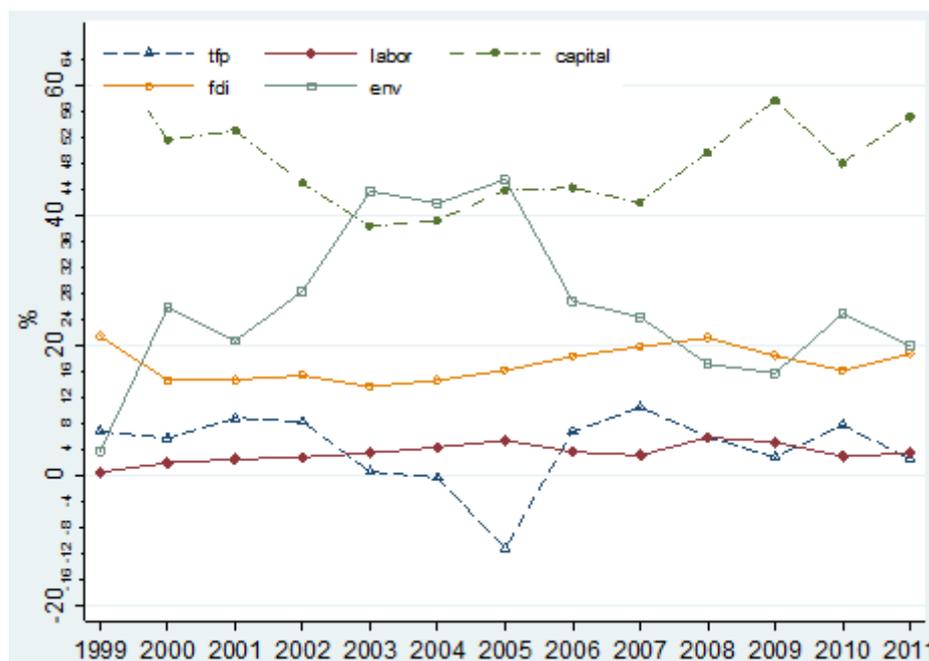


图 1 中国经济增长源泉分解各部分时间走势图

表 2 为依据式 (19) 和式 (20) 计算得到的 1998-2011 年间的经济增长来源, 其中 gdp 对应实际 GDP 增长率, tfp 为 TFP, 为效率变化指数 (eff) 和技术进步指数 (tech) 之和, K 为国内固定资本 (capital) 投入和 FDI (fdi) 对经济增长的贡献度, 即总的固定资本投入对经济增长的贡献度。由表 2 发现, 1998-2011 年中国累计经济增长为 330.61%, 其中 TFP 贡献 4.33% (总构成为 100%), 劳动投入贡献 3.67%, 国内固定资本投入贡献 48.1%, FDI 贡献 18%, 环境消耗贡献 25.9%。由图 1 可以看出, 整个样本测算期内, 大多数年份 TFP 对经济增长贡献率低于 10%, 其中在 2007 年达到最高值 10.52%, 2005 年达到最小值 -11.15%, 样本研究期内的总的贡献率为 4.33%, 小于 Ozyurt(2009) 测算的 8.49%<sup>[7]</sup>, WU(2003) 报告的 13.5%<sup>[8]</sup>, 郭庆旺, 贾俊雪 (2005) 的 9.46%<sup>[22]</sup>, 更远小于 OECD (2013) 测算的 34%<sup>[11]</sup>, Sharma (2007)<sup>[14]</sup> 的 27%, 吴延瑞 (2008) 的 27%<sup>[4]</sup>, 余丹林, 吕冰洋 (2009) 的 32.2%<sup>[19]</sup>, 石风光 (2014) 的 41.6%<sup>[23]</sup>。进一步分析发现, TFP 中效率变化对经济增长的贡献为 -3.2%, 技术进步对经济增长的贡献率为 7.53%, 这说明 TFP 对经济增长的贡献体现在技术进步。效率变化贡献为负可能意味着欠发达地区未能有效利用沿海地区的先进生产技术 (董敏杰, 梁泳梅 (2013)<sup>[3]</sup>), 效率变化对经济增长的贡献率为负与郭庆旺, 贾俊雪 (2005)<sup>[22]</sup>; 涂正革, 肖耿 (2005)<sup>[30]</sup> 和董敏杰, 梁泳梅 (2013)<sup>[3]</sup> 的研究结论一致。不过对比发达国家发现, 发达国家的 TFP 对经济增长的贡献率远高于中国。如 Dougherty, Jorgenson (1996) 研究发现生产率增长分别解释了 1960-1989 年间日本和德国产出增长的 49.18% 和 57.16%<sup>[31]</sup>。朱钟棣, 李小平 (2005) 整理的资料显示, 西方主要国家的 TFP 对经济增长的贡献在 20 世纪 70 年代以前的 60 年均 在 49.73% 以上, 70 年代石油危机后除美国和日本外也在 51% 以上<sup>[21]</sup>。因此, 为了在未来保持可持续的增长率, 中国的决策者必须主动采取措施来改进经济中的生产率绩效 (吴延瑞 (2008)<sup>[4]</sup>)。资本存量对经济增长的贡献率为 66.1%, 这与大部分文献的测算结果相近, 其中 FDI 对经济增长贡献率达到 18%, 反映出 FDI 对我国经济增长已经起到了相当大的拉动作用。改革开放以来, 我国经济取得了巨大成绩, 国家统计局的数据显示, 1979-2012 年, 中国经济年均增速达 9.8%, 这为外资流入打下了坚实的基础。图 2 为 1983-2009 年间的实际利用外资额, 图中显示 1983-1991 年间, 外商直接投资数额增长较为缓慢, 1991 年后, 总体出现大幅度增长。FDI 已成为经济增长的一个新的增长点, 可以预见, FDI 对经济的贡献仍会持续强劲。劳动投入对经济增长的贡献为 3.67%, 且波动较

小（图 1）。环境消耗对经济增长的贡献率达到 25%，大于刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>测算的 13%，这个数值表明我国粗放型的增长方式还极为明显，调结构和集约型经济增长模式还有待进一步推进。同时从图 1 可以发现，环境消耗对经济增长的贡献波动较大，其中 1998 年达到最小值 3.78%，而 2002-2005 年间，环境消耗对经济增长的贡献率均超过 40%，这反映出我国虽然一直对环境保护非常重视，也出台了很多环境保护法规，但效果并不佳。各地区为了招商引资、提高就业水平和促进经济增长，可能会降低当地的环境标准，引发“逐低竞争（race-to-bottom）”行为，从而很难短时间内实现经济粗放型增长向集约型经济增长的转变。此外，由于环境污染具有外部性，即使当地政府实行严格的环境规制标准也很难减少环境污染带来的损失，只有地方政府积极合作，共同承担环境污染成本才能根本上控制环境污染。总的来说，1998-2011 年间，中国经济增长源泉主要来源于资本投入和环境消耗，TFP 对经济增长的贡献非常有限。虽然在此期间中国历经加入 WTO 的大事件，但 WTO 并未使得中国产业结构升级，原因在于中国产业处于价值链低端，容易形成产业结果在价值链低端的固化，无法产生比较优势，从而无法在加入 WTO 后获益（董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>）。文献梳理发现，样本时间跨度与本文具有可比性的文献仅有 OECD（2013）<sup>[11]</sup>、石风光（2014）<sup>[23]</sup>、董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>、刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>等。比较发现，石风光（2014）仅报告 1990-2010 年全样本的测算结果，因此，本文将测算结果与另外三篇文章的测算结果进行比较。此外，我们把比较样本区间控制在 2001-2010 年<sup>4</sup>便于与董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>和刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>的测算结果进行比较，然后分别把样本区间设定为 2001-2006 年和 2006-2011 年以便于 OECD（2013）<sup>[11]</sup>的测算结果进行比较，对比的结果汇总于表 3。表 3 显示，与另外的三篇文献相比，本文测算的 TFP 对经济增长贡献率介于三者之间，处于一个正常的范围。效率变化对经济增长的贡献为负与董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>的研究结论一致，技术进步对经济增长的贡献为正则与董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>和刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>的研究结论一致，且技术进步是推动 TFP 增长的主要动力，这也与董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>和刘瑞翔（2013）<sup>[1]</sup>的研究结论一致。进一步观察劳动投入和资本投入对经济增长的贡献发现，OECD（2013）<sup>[11]</sup>的劳动投入贡献率与董敏杰，梁泳梅（2013）<sup>[3]</sup>的资本投入贡献率显著高于本文测算结果，但总的来说，本文各指标的贡献率的测算结果仍较为合理。下面分地区对各要素对经济增长的贡献进行进一步分析。

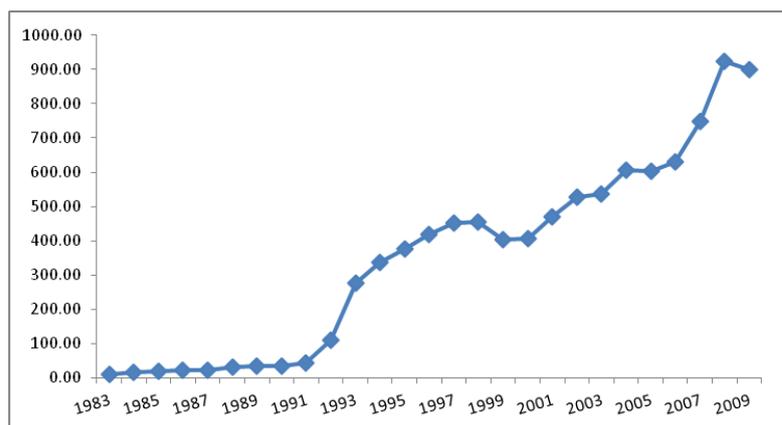


图 2 1983-2009 年我国实际使用外资额 单位：亿美元

表 3 结果对比表 (%)

2001-2010	tfp	eff	tech	labor	K	capital	fdi	env
-----------	-----	-----	------	-------	---	---------	-----	-----

<sup>4</sup>董敏杰，梁泳梅（2013）中存在一个样本区间 2001-2010 年的累计贡献率统计结果，刘瑞翔（2013）则存在一个 2002-2010 的测算区间结果，本文把样本区间设定为 2001-2010 进行比较较为合理。

本文	4.11	-2.80	6.91	4.21	64.13	46.58	17.55	27.55
董敏杰, 梁泳梅 (2013)	1.90	-26.20	28.10	4.60	93.50			
刘瑞翔 (2013) <sup>5</sup>	15.33	2.70	12.62	1.64	70.82			13.03
2001-2006	tfp	eff	tech	labor	K	capital	fdi	env
本文	0.59	-3.02	3.61	4.08	58.20	42.27	15.93	37.13
OECD (2013)	25.50			15.30	59.10			
2006-2011	tfp	eff	tech	labor	K	capital	fdi	env
本文	5.65	-4.02	9.67	4.11	69.80	51.05	18.74	20.45
OECD (2013)	21.80			13.10	65.00			

注: 表中文献研究结果摘自各文献给出的研究结果, 部分结果依据文献中给出的结果进行了简单计算, 以便比较。

## (2) 经济增长源泉分解东中西分析

表 4 东部经济增长源泉分解 (%)

年度	gdp	tfp	eff	tech	labor	K	capital	fdi	env
1998-1999	9.88	7.97	2.83	5.14	0.64	78.37	60.95	17.42	13.01
1999-2000	10.56	4.28	-1.40	5.69	2.88	58.96	48.87	10.09	33.87
2000-2001	10.10	11.71	6.38	5.33	3.96	64.11	52.03	12.09	20.21
2001-2002	11.47	7.38	2.81	4.58	4.39	57.81	43.50	14.32	30.42
2002-2003	13.25	5.83	1.35	4.47	5.22	49.72	35.03	14.70	39.23
2003-2004	14.23	1.99	-7.09	9.08	6.45	49.20	34.92	14.28	42.37
2004-2005	13.02	-13.35	-13.63	0.29	7.56	55.57	41.40	14.17	50.22
2005-2006	14.12	10.34	-1.54	11.88	4.60	55.41	40.04	15.37	29.65
2006-2007	14.43	13.17	-3.33	16.50	4.02	54.61	39.90	14.71	28.21
2007-2008	11.24	9.87	-3.70	13.56	8.50	63.56	49.60	13.96	18.07
2008-2009	11.01	8.66	-1.51	10.17	7.32	68.14	55.98	12.17	15.88
2009-2010	12.54	13.19	-2.83	16.02	3.51	55.74	47.77	7.97	27.56
2010-2011	10.64	6.51	-5.75	12.26	3.90	71.18	61.80	9.37	18.41
1998-2011	337.68	7.08	-3.52	10.60	4.86	59.97	47.41	12.56	28.08

表 5 中部经济增长源泉分解 (%)

年度	gdp	tfp	eff	tech	labor	K	capital	fdi	env
1998-1999	8.05	2.20	-3.64	5.84	0.59	103.01	74.95	28.06	-5.79
1999-2000	8.81	3.21	-3.87	7.08	1.25	84.97	61.59	23.38	10.56
2000-2001	9.10	5.92	-2.23	8.16	1.12	80.09	63.84	16.25	12.86
2001-2002	9.83	8.11	4.46	3.65	0.40	74.76	55.61	19.15	16.73
2002-2003	10.66	-6.20	-1.39	-4.82	1.48	63.78	47.75	16.03	40.94
2003-2004	12.76	-3.18	3.74	-6.92	1.61	66.34	50.31	16.04	35.22
2004-2005	12.45	-4.85	-3.28	-1.57	2.36	73.29	54.71	18.59	29.19
2005-2006	13.07	-3.66	-4.01	0.34	2.17	81.60	57.66	23.94	19.90
2006-2007	14.12	0.85	3.17	-2.32	1.67	80.16	49.41	30.75	17.32
2007-2008	12.47	-1.01	1.90	-2.91	1.66	84.24	55.63	28.61	15.12
2008-2009	11.95	-11.54	-14.45	2.91	1.31	96.92	71.01	25.91	13.31

<sup>5</sup> 2002-2010 结果。

2009-2010	13.77	0.27	-9.45	9.73	1.24	77.79	52.84	24.95	20.70
2010-2011	12.86	-3.59	-16.50	12.91	1.72	76.96	46.40	30.56	24.91
1998-2011	312.35	-0.91	-4.14	3.23	1.51	78.81	54.16	24.64	20.60

表 6 西部经济增长源泉分解 (%)

年度	gdp	tfp	eff	tech	labor	K	capital	fdi	env
1998-1999	7.95	9.62	1.09	8.53	0.30	102.95	77.54	25.41	-12.87
1999-2000	8.82	14.45	7.08	7.37	0.26	64.10	46.56	17.54	21.19
2000-2001	8.95	3.46	-9.85	13.30	-0.09	62.89	41.25	21.64	33.74
2001-2002	10.28	11.85	10.56	1.28	1.40	48.59	34.61	13.97	38.17
2002-2003	11.50	-7.70	-4.43	-3.28	0.66	43.82	36.49	7.33	63.23
2003-2004	12.91	-4.17	-0.72	-3.45	1.10	53.44	38.94	14.50	49.62
2004-2005	13.10	-12.16	-18.55	6.39	2.55	58.10	37.77	20.33	51.51
2005-2006	13.30	9.01	3.54	5.47	2.41	61.91	40.62	21.29	26.67
2006-2007	14.55	14.51	15.63	-1.12	2.31	62.64	39.62	23.02	20.53
2007-2008	12.42	1.92	1.73	0.19	2.64	78.76	41.88	36.88	16.68
2008-2009	13.46	2.30	-4.02	6.31	3.26	75.51	45.06	30.45	18.94
2009-2010	14.19	-0.45	-2.53	2.08	3.60	75.30	42.74	32.56	21.55
2010-2011	14.06	-2.49	-5.40	2.91	4.66	79.30	44.38	34.93	18.53
1998-2011	333.28	2.17	-0.86	3.03	2.60	69.56	42.48	27.08	25.67

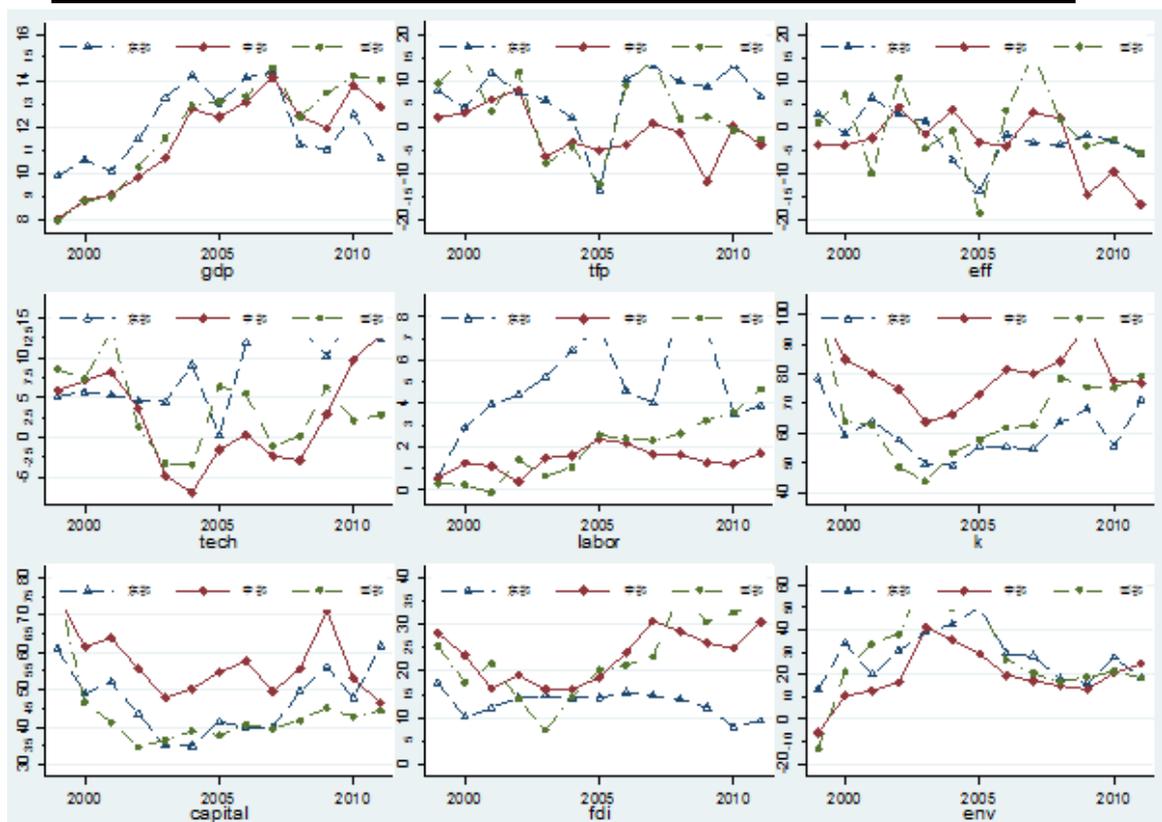


图 3 地区间经济增长来源对比

表 4-6 以及图 3 分别对东、中、西三大地区的经济源泉进行了比较。表中结果显示，1998-2011 年间，东部累积经济增长最多，西部次之，中部最少。进一步观察图 3 发现，

2007 年以前, 经济增长速度最快的为东部, 2007 年以后, 东部地区外向型经济受国际金融危机的冲击大于其他地区, 东部地区经济增长速度被中部和西部赶超。但表 4-6 的结果显示, 中部和西部经济增长对东部的赶超主要源于资本投入的提高, 而非来自于 TFP 的提高。因此, 采取措施促进先进生产技术在范围内的传播, 提高落后地区的生产效率, 对中部和西部乃至全国未来的经济增长至关重要(董敏杰, 梁泳梅(2013)<sup>[3]</sup>)。

对于 TFP 而言, 多数年份东部地区均高于中西部地区, 2007 年以后, 东部地区的 TFP 明显高于其他两个地区。东部地区 1998-2011 年 TFP 对经济增长贡献率为 7.08%, 显著大于西部的 2.17%, 而中部全要素增长率对经济增长的贡献为负。东部地区 TFP 对经济增长贡献率显著大于其他两个地区的主要是因为东部地区具有良好的地理位置优势, 对于先进技术的引进与吸收通常优于中西部地区。相比于全国层面上的效率变化对经济增长贡献而言, 三大地区 1998-2011 年间的效率变化值正负交替, 且以负值居多, 尤其是中部地区只有三个年度的效率变化值为正, 说明中部地区与前沿面的距离越来越远。对于技术进步而言, 2001 年以前, 西部的技术进步对经济增长的贡献高于其他两个地区, 最高达到 13.3%, 2001 年以后, 东部地区技术进步对经济增长的贡献率最高, 2007 年达到最大值 16.8%。与此同时, 西部地区技术进步对经济增长的贡献出现下滑, 甚至出现负值, 中部地区部分年份也出现负的经济增长贡献, 不过中西部地区技术进步对经济增长的累积贡献率为正。

劳动投入对各地区经济增长的贡献与全国相似, 并未出现显著差异, 东部地区劳动投入对经济增长的贡献率大于中西部地区, 除西部地区 2001 年的劳动投入对经济增长的贡献率为-0.9%外, 其余年份各地区劳动投入对经济增长的贡献率均为正。

东、中、西三大地区的资本投入对经济增长贡献率分别为 60%、78.8%和 69.6%。三大地区的资本投入对经济增长的贡献率远大于劳动投入, 其中中西部最为明显, 1999 年的资本投入对经济增长的贡献率均超过 100%, 之后出现回落, 在 2003 年出现最小值, 分别为 63.8%和 43.83%, 然后继续攀升, 近几年的经济增长贡献率均超过 75%, 这说明中西部当前粗放型和不可持续发展方式仍较为明显。东部地区资本投入对经济增长贡献率多数年份在 60%以下, 近几年出现上升趋势。仔细观察发现, 1998-2011 年间, 中部和西部 FDI 对经济增长的贡献率均超过 20%, 达到 24.6%和 27.1%, 东部 FDI 对经济增长的贡献率仅为 12.6%, 这反映出中部和西部对国外投资具有一定依赖性, 而东部自身投资对经济增长的贡献度较大。中部地区对应年份对国内资本和国外资本的依赖程度均大于东部, 而西部地区则仅表现为对 FDI 的依赖程度大于东部, 对国内资本依赖程度略低于东部。对国外资本的高度依赖说明, 招商引资可能在短期内仍然会是中西部的重点政策动向之一。

最后, 从整体来看, 环境消耗对各地区经济增长的贡献率与全国相似, 差异性不大, 其中东部地区环境消耗对经济增长的贡献率为 28.1%, 居三大地区之首。不过进一步观察图 3 中“env”的时间变动发现, 东中两大地区环境消耗对经济增长贡献率最大值均超过 50%, 而西部甚至超过 60%, 达到 63%。与刘瑞翔(2013)<sup>[1]</sup>研究结论的相异之处在于, 本文认为环境消耗已是决定中国经济增长的主要因素之一, 资源环境整体上为经济高速增长付出了较大代价。

## 5 结论

本文首先基于 BM 生产率指数对考虑环境消耗的中国经济增长源泉进行分解。其次, 将固定资本存量区分为国内固定资本存量和 FDI 存量, 分别研究了两者对中国经济增长的贡献率。基于此, 本文测算了中国 1998-2011 年整体和各地区 TFP、劳动投入、国内资本投入、FDI 以及环境消耗对经济增长的贡献度。研究发现, 1998-2011 年间中国经济增长中 TFP 贡献 4.33%, 劳动投入贡献 3.67%, 国内资本贡献 48.12%, FDI 贡献 18%, 环境消耗贡献 25.9%。资本投入对经济增长的贡献率到达 66.1% (国内资本投入与 FDI 之和), 说明中国经济增长仍主要由资本驱动, 这与现有文献的研究结论一致。TFP 对经济增长的贡献率有限,

经济增长对环境消耗依赖程度较大。分地区的统计发现,东部地区 TFP 对经济增长贡献率显著大于其他两个地区,中部地区经济增长对资本的依赖性最大。本文的测算结果表明,中国经济增长对资本依赖度较大,且存在地区差异,TFP 对经济增长的贡献率有限,经济在快速增长的同时,对环境产生了巨大消耗,这种经济增长模式是不可持续的,转变经济增长方式是必然选择。

## 参考文献

- [1] 刘瑞翔.探寻中国经济增长源泉:要素投入,生产率与环境消耗.[J] 世界经济,2013 (10): 123-141.
- [2] Krugman P. The Myth of Asia's Miracle.[J] Foreign Affairs, 1994, 73(6): 62.
- [3] 董敏杰,梁泳梅.1978-2010 年的中国经济增长来源:一个非参数分解框架.[J]经济研究,2013 (5): 17-32.
- [4] 吴延瑞.生产率对中国经济增长的贡献:新的估计.[J] 经济学(季刊),2008,(3):827-842.
- [5] Solow R M. Technical change and the aggregate production function. The review of Economics and Statistics, [J] 1957,39(3):312-320.
- [6] Ao X, Fulginiti L. Productivity growth in China: evidence from Chinese provinces[J]. University of Nebraska.(Mimeographed.), 2003.
- [7] Ozyurt S. Total Factor Productivity Growth in Chinese Industry: 1952–2005. [J] Oxford Development Studies, 2009, 37(1):1-17.
- [8] Wu Y. Has productivity contributed to China's growth?. [J] Pacific Economic Review, 2003, 8(1): 15-30.
- [9] Chow G, Lin A. Accounting for economic growth in Taiwan and Mainland China: a comparative analysis. [J] Journal of Comparative Economics, 2002, 30(3): 507-530.
- [10] Hu Z F, Khan M S. Why is China growing so fast?[J]. Staff Papers-International Monetary Fund, 1997: 103-131.
- [11] OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). OECD Economic Surveys: China. Paris: OECD Publications, 2013.
- [12] Borensztein E, Ostry J D. Accounting for China's growth performance[J] The American Economic Review, 1996,86(2):224-228.
- [13] Woo,W. Chinese Economic Growth:Sources and Prospects. In Fouquin,M., and F.Lemoine(eds.),The Chinese Economy . Paris:Economica Ltd,1998.
- [14] Sharma H. Sources of economic growth in China, 1952-1998[J]. Issues in Political Economy, 2008, 17.
- [15] 舒元.中国经济增长分析. [M]上海: 复旦大学出版社,1993,50-80,.
- [16] 涂正,肖耿.环境约束下的中国工业增长模式研究. [J]世界经济,2009,(11):41-54.
- [17] 章上峰,许冰.时变弹性生产函数与 TFP. [J] 经济学(季刊),2009 (1): 551-568.
- [18] 吕冰洋,于永达.要素积累、效率提高还是技术进步?——经济增长的动力分析. 经济科学,2008,(1):16-27.
- [19] 余丹林,吕冰洋. 质疑区域生产率测算:空间视角下的分析[J]. 中国软科学,2009 (11): 160-170.
- [20] 王恕立,胡宗彪. 中国服务业分行业生产率变迁及异质性考察. [J] 经济研究,2012,(4):15-27.
- [21] 朱钟棣,李小平.中国工业行业 TFP 的测算--基于工业行业的面板数据分析. 管理世界,2005, (4): 56-64.
- [22] 郭庆旺,贾俊雪.中国 TFP 的估算:1979—2004. [J] 经济研究,2005,(6):51-60.
- [23] 石风光.环境约束下的中国省区经济增长源泉分解及趋同检验. [J] 当代经济研究,2014,(5): 47-52+97.
- [24] 胡宗义,唐李伟,陈俊. FDI 溢出与区域技术进步的非线性效应研究. [J] 湖南大学学报(自然科学版),2013(10):105-110.
- [25] Pastor J T, Asmild M, Lovell C A. The biennial Malmquist productivity change index. Socio-Economic Planning Sciences, 2011, 45(1): 10-15.
- [26] 单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算:1952~2006 年. [J] 数量经济技术经济研究,2008, 25(10): 17-31.
- [27] 孙辉,支大林,李宏瑾. 对中国各省资本存量的估计及典型性事实:1978~2008. [J] 广东金融学院学报,

2010 (3): 103-116.

- [28] 赵奇伟. 东道国制度安排、市场分割与 FDI 溢出效应:来自中国的证据. [J] 经济学(季刊),2009(3):891-924.
- [29] 李小平,卢现祥.国际贸易、污染产业转移和中国工业 CO2 排放. [J]经济研究,2010(1):15-26.
- [30] 涂正革,肖耿. 中国的工业生产力革命. [J]经济研究, 2005(3): 4-15.
- [31] Dougherty C, Jorgenson D W. International comparisons of the sources of economic growth.[J] The American Economic Review, 1996, 86(2):25-29.