

要素投入、技术进步与“一带一路”国家经济增长

魏希茜

重庆大学公共管理学院, 重庆

Email: 2414203181@qq.com

收稿日期: 2020年11月4日; 录用日期: 2020年11月19日; 发布日期: 2020年11月26日

摘要

为了摸清“一带一路”沿线国家的基本情况,更好地推进“一带一路”战略的实施,本文在对“一带一路”沿线国家进行资本存量估算的基础上,采用基于DEA的Malmquist指数法测算样本国1995~2018年的全要素生产率(TFP),并对研究期间资本投入、劳动投入及TFP增长对经济增长的贡献率进行了计算。结果显示1996~2018年,“一带一路”国家TFP平均增长率为0,其中技术效率平均增长率为0.4%,技术进步增长率为-0.4%;资本投入对于经济增长的贡献率远高于TFP。此外,通过建立VAR模型分析了GDP增长对各因素冲击的响应,结果证明TFP对GDP增长具有显著影响。本文认为,经济增长从依赖资本投入转向依赖TFP增长是发展的必然,“一带一路”国家应注重技术创新,早日实现经济增长动能转换;中国在对外投资过程中应准确把握沿线各国特点,进行有选择性的投资。

关键词

一带一路, 全要素生产率, 贡献率, VAR

Factor Input, Technological Progress and Economic Growth of the “Belt and Road” Countries

Xixi Wei

School of Public Administration, Chongqing University, Chongqing
Email: 2414203181@qq.com

Received: Nov. 4th, 2020; accepted: Nov. 19th, 2020; published: Nov. 26th, 2020

Abstract

Based on the capital stock estimation of the countries along the “Belt and Road”, this paper uses the DEA-based Malmquist index method to measure the total factor productivity (TFP) of the sample countries from 1995 to 2018. The contribution of investment and TFP growth to economic growth was calculated. The results show that from 1996 to 2018, the average growth rate of TFP in the “Belt and Road” countries is 0, of which the average growth rate of technological efficiency is 0.4% and the growth rate of technological progress is -0.4%; the contribution rate of capital investment to economic growth is much higher than TFP. In addition, the VAR model was used to analyze the response of GDP growth to the impact of various factors, and the results proved that TFP had a significant impact on GDP growth. This article believes that economic growth is dependent on capital investment to TFP growth which is inevitable for development. The “Belt and Road” countries should focus on technological innovation and realize the conversion of economic growth momentum at an early date.

Keywords

One Belt One Road, Total Factor Productivity, Contribution Rate, VAR

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

后金融危机时代，世界经济复苏缓慢，中国虽保持了经济高速增长，但问题在于过去的几十年中，中国通过大量投入生产要素去提高经济增长的数量和速度，资本投入是中国经济增长的首要原因(孙琳琳等, 2005) [1]，而由于资源的有限性且基于边际报酬递减规律，一味依靠要素投入的经济增长方式是不可持续的(李宾等, 2009) [2]，因此中国开始向集约型经济增长方式转变。“一带一路”战略正是推动中国经济转型升级的重要战略，同时也为周边国家搭建了一个新的发展平台，事实证明，“一带一路”的实施确实为中国以及周边国家带来了新的发展机遇。那么一带一路沿线国家经济增长的源泉到底是什么呢？由于中国在“一带一路”战略中扮演的多是输出国的角色，因此辨别“一带一路”国家经济增长的主要驱动力，从而在投资时进行战略性选择，谋求与“一带一路”国家共同发展，对于推进“一带一路”战略顺利健康实施至关重要。一般来说，我们考虑经济增长来源于要素积累或者全要素生产率的增长，生产率是分析经济增长源泉的重要工具(李平等, 2013) [3]。目前学术界对于全要素生产率的概念界定仍有分歧，本文的全要素生产率是指除了劳动和资本等投入要素之外，其他技术效率、技术进步等因素带来的产出增长率，此概念由 Solow 提出，也称 Solow 剩余。

综观已有文献，由于数据的可得性，目前关于全要素生产率(TFP)的研究多为研究某个国家或地区、某个细分行业的 TFP，跨国 TFP 研究多集中于 OECD 经济体。Joaquin Maudos (1999) [4]用 Malmquist 指数法对 OECD 国家 1975~1990 年间的 TFP 进行了测算和分解，进一步进行收敛性分析，并对 OECD 内部处于不同发展阶段的经济体进行了比较，发现日本 TFP 的提高得益于技术效率的提高，而欧盟国家则主要依靠技术进步，提高人力资本效率对于日本的后续发展具有重要推动作用。Cristiano (2010) [5]计算了 12 个 OECD 主要组成国家 1970~2003 年间的 TFP，采用一种新的方法判断技术进步对 TFP 的影响，

证明技术进步并非中性，合适的技术进步可以带动 TFP 的增长。近年来开始有学者对亚洲国家和 APEC 国家 TFP 进行研究。Leung (1998) [6] 用非参数方法对新加坡 1983~1993 年间的 TFP 进行测算，得出 TFP 年均增长率为 4.6%。Timmer (2000) [7] 研究了结构变化对于亚洲四个国家和地区制造业生产率增长的作用，他认为生产率的提高依赖于要素投入变化，而技术前沿的变化反而起到负作用。郭庆旺、贾俊雪(2005) [8] 对几种计算 TFP 的方法进行了比较分析，最终选定索洛残差法、隐型变量法和潜在产出法对我国 1979~2004 年的 TFP 进行估算，并与三个发达国家和三个亚洲新兴市场经济国家进行比较，得出 TFP 对国家经济可持续增长起着不可或缺作用的结论。王兵等(2007) [9] 采用 APEC17 个国家和地区 1960~2004 年的面板数据，分别运用当期 DEA 和序列 DEA 的方法计算 TFP 并进行分解，并进一步将劳动生产率分解为技术进步增长率、技术效率增长率的资本积累增长率，对样本国的经济趋同进行了分析，最终发现经济发散的主要原因是技术进步，而趋同的主要原因是资本积累。向琳等(2015) [10] 利用 Malmquist 指数法对中国及 APEC 经济体 1993~2013 年 TFP 进行测度与分解，比较发现 APEC 地区 TFP 的提高主要得益于技术进步，中国 TFP 增长放缓的原因则是技术效率增幅较小。

就要素贡献率的研究而言，国内学者对中国经济增长源泉的研究较为全面。孙琳琳等(2005) [1] 将中国的发展分为 1981~1984、1984~1988、1988~1994 和 1994~2002 年四个时期，计算得出 1981~1984 年中国经济增长主要来源于 TFP 增长，其他三个时期的增长均主要来源于资本投入。王恕立等(2012) [11] 测算了中国服务业分行业 TFP，研究发现 TFP 对中国服务业增长的贡献率没有明显上升，即服务业仍呈“粗放型”增长。然而，目前关于“一带一路”国家的 TFP 及经济增长源泉的研究很少。

本文测算了一带一路沿线 49 个国家的 TFP (全要素生产率) 及其分解指标，进而通过计算各因素对经济增长的贡献率，识别经济增长来源于要素投入还是 TFP 的增长。结构安排如下：第二部分是研究方法与数据处理；第三部分是 TFP 测算结果及贡献率计算结果分析；第四部分是基于 VAR 模型的各要素与经济增长关系的分析；第五部分是本文的主要研究结论。

2. 研究方法与数据处理

2.1. TFP 测算的理论框架

根据测算原理和角度的不同，全要素生产率的计算方法可以分为增长核算法、生产前沿面法和指数法。增长核算法，是指通假设经济体的投入与产出关系满足某一生产函数，并根据函数关系来推算出 TFP 增长率。其计算的具体思路是：选取一个适合的生产函数(常用的有：C-D 生产函数、超越对数生产函数以及 CES 生产函数等总量生产函数形式)，利用投入产出的样本数据进行回归，估算出生产函数的参数，用产出增长率减去各要素增长率的加权和，得到 TFP 增长率。生产前沿面法，是在允许有技术无效存在的条件下，从另外一个角度理解和测算生产率。生产前沿面法是指先构造一个生产前沿面(即生产可能性边界)，后将生产过程的实际值与最优值进行比较(投入与最小成本或产出与最大产出)，最终得出 TFP。根据构造生产前沿面方法的不同，生产前沿面法又可分为参数模型法和非参数模型法。参数模型法通常是先估计一个生产函数，考虑到该生产函数中误差项目的复合结构及其分布形式，并根据误差项的分布假设不同，采用相应的技术方法来估计生产函数中的各个参数。参数模型法的代表性方法是随机性参数前沿生产函数方法(SFA)。非参数型模型法则首先根据样本中所有个体的投入和产出构造一个能够包容所有个体生产方式的最小的生产可能性集合：即所有要素和产出的有效组合。所谓“有效组合”是指在投入一定的条件下实现最大产出，或在产出一定的条件下实现成本最小化。该方法的优点是无须估计企业的生产函数，从而避免了因错误的函数形式带来的问题；缺点是需要大量的个体数据，且对算法的要求很高，同时对生产过程没有任何描述。非参数型模型法的代表性方法是数据包络分析法(DEA)。

指数法是分析各种经济变量变化最常用的方法，“指数”是指一个生产单元(企业、行业、国家或地区)在一定时期内生产的总产出和总投入之比，它常被用作衡量一个行业或地区经济运行状况的综合性指标，而 TFP 的增长则是技术进步、技术效率(纯技术效率、规模效率等)提高的综合体现。假设考察生产单元基期(S)和报告期(T)， X 表示投入， Y 表示产出，则 TFP 指数则可表示为： $TFP_{st} = \frac{Y_t/Y_s}{X_t/X_s}$ 。生产率

指数有多种形式，其中目前被广泛使用的典型的生产率指数是曼奎斯特指数(Malmquist Index)。该指数是在 Malmquist 数量指数与距离函数的基础上定义的，它被用来描述不需要说明具体行为标准(例如成本最小化和利润最大化)的多个输入变量和多个输出变量生产技术。

本文研究的是“一带一路”沿线 49 个国家的 TFP ，不适用于设定统一的生产函数形式，因此不适用增长核算法和参数模型生产前沿面法，选用目前研究常用的 DEA-Malmquist 生产率指数法。主要思想是通过 DEA 计算出距离函数，后利用线性优化方法给出每个决策单元的边界生产函数的估算，从而对效率变化和技术进步进行测度。这种方法结合了 DEA 法和 Malmquist 指数法的优点，既不需要确定具体的函数形式和任何分布假设，对于数据质量的要求也相对较低，测算结果会更加准确。DEA 模型按照规模报酬是否变化分为规模报酬不变的 CCR 和规模报酬变化的 BCC 两种基本模型，其核心思想是使用距离函数的比率来计算投入产出效率，分析相邻时期 TFP 变化的公式为：

$$M_i(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \left[\frac{D_{ci}^t(x^t, y^t)}{D_{ci}^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_{ci}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ci}^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{1/2} \quad (1)$$

式(1)中， x^t, y^t 分别为第 t 期的输入变量和输出变量； $D_{ci}^t(x^t, y^t)$ 和 $D_{ci}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 分别表示在第 t 期和 $t+1$ 期的生产前沿下，所评估的第 i 个决策单元在亮起的距离函数值； $D_{ci}^{t+1}(x^t, y^t)$ 表示在第 $t+1$ 期的生产前沿下，第 i 个决策单元在第 t 期的距离函数值； $M_i(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t)$ 为 TFP 的变动，该值大于 1 代表第 i 个决策单元的 TFP 提高，小于 1 代表 TFP 降低，等于 1 则表示 TFP 的值不变。

$M_i(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t)$ 可以进一步分解为技术效率变动($TEch$)和技术进步率变动($TPEch$)两部分：

$$M_i(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = TEch_i^{t+1} \times TPEch_i^{t+1} = \left[\frac{D_{ci}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ci}^t(x^t, y^t)} \right] \times \left[\frac{D_{ci}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{ci}^{t+1}(x^t, y^t)} \times \frac{D_{ci}^t(x^t, y^t)}{D_{ci}^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

式(2)中 $TEch_i^{t+1}$ 表示第 t 期到第 $t+1$ 期的技术效率变动，代表决策单元在投入一定的条件下，是否通过对技术的充分利用技术达到预期产出； $TPEch_i^{t+1}$ 表示第 t 期到第 $t+1$ 期的技术进步率变动。规模报酬可变时，技术效率变动($TEch$)可进一步分解为纯技术效率变动($PTEch$)和规模效率变动($SEch$)：

$$TEch = PTEch \times SEch = \left[\frac{D_{vi}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{vi}^t(x^t, y^t)} \right] \times \left[\frac{D_{vi}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_{vi}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_{vi}^t(x^t, y^t)}{D_{vi}^{t+1}(x^t, y^t)} \right] \quad (3)$$

式(3)中， $D_v(x, y)$ ， $D_c(x, y)$ 分别为规模报酬可变和不变下的距离函数。对于第 i 个决策单元，以上四种 TFP 分解指数值大于 1，表示其对 TFP 增长有促进作用，反之则起到阻碍作用。

2.2. 数据处理

1) 样本的选择。截至 2018 年 11 月，“一带一路”战略已覆盖全球 71 个国家，基于数据的可得性，我们在选取样本时剔除了数据缺失较多的国家，最终选定了 49 个国家，并对 49 个国家进行分区，如表 1 所示。为保证数据的准确性与可比性，本文使用的数据主要来源于世界银行的发展指标数据库(The World Bank Database WDI)。

Table 1. Regional distribution of 49 countries along the “Belt and Road”
表 1. “一带一路”沿线 49 国区域分布

所属区域	国家
东亚地区	菲律宾、柬埔寨、蒙古、马来西亚、泰国、文莱、新加坡、印度尼西亚、越南、中国
西亚地区	埃及、阿曼、阿塞拜疆、巴林、格鲁吉亚、黎巴嫩、沙特阿拉伯、土耳其、亚美尼亚、也门共和国、伊朗伊斯兰共和国、以色列
南亚地区	巴基斯坦、不丹、孟加拉国、尼泊尔、斯里兰卡、印度
中亚地区	哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦
东欧地区	阿尔巴尼亚、爱沙尼亚、白俄罗斯、保加利亚、波兰、俄罗斯联邦、捷克、克罗地亚、拉脱维亚、立陶宛、罗马尼亚、马其顿王国、摩尔多瓦、塞尔维亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、乌克兰、匈牙利

2) 宏观经济产出数据。由于 WDI 数据库中给出了现价美元和 2010 年不变价美元的 GDP 数据, 因此本文直接将 2010 年定为基期, 选用 2010 年不变价的 GDP 作为总产出。

3) 劳动投入。劳动投入一般可以用劳动时间、劳动报酬、劳动人数衡量, 严格意义上的劳动是指实际投入的劳动提供的服务, 应综合考虑就业人数、劳动时间、工作效率、就业人员受教育程度等因素, 《OECD 生产率测算手册》给出的算劳动投入的算法为“就业人员数量 \times 劳动时间”, 由于一带一路沿线国家统计数据基础薄弱, 实际研究中还需要考虑数据的可得性, 所以不能用这种算法进行劳动投入的测算, 本文采用 WDI 数据库中的劳动力人口作为替代指标。

4) 资本投入。由于资本投入 WDI 数据库中并没有直接给出资本存量数据, 而资本存量在 TFP 测算中占有举足轻重的地位, 因此本文进行了估算。目前最常用的资本存量估算方法为“永续盘存法(PIM)”, 杨玉玲(2017) [12]对传统和非传统的永续盘存法进行了比较分析, 认为非传统路径的永续盘存法的估算结果更具有国际可比性, 因此本文使用非传统路径的永续盘存法估算资本存量, 公式为:

$$K_t = K_{t-1} + I_t / P_t - R_t = \sum_{\tau=1}^T S_{\tau} \left(\frac{T_{t-\tau}}{P_{t-\tau}} \right) \quad (4)$$

其中 I_t 表示当年投资额, R_t 为重置需求, S_{τ} 为固定资产到 τ 时点时仍在使用的比例, 由资产的退役模式决定, P_t 为价格指数。非传统路径的 PIM 法涉及基期资本存量的计算、历年投资流量的确定、价格指数的构造和折旧率的确定问题。本文选取 2010 年为基期, 基期资本存量为 $K_0 = \frac{I_0}{g + \delta}$, I_0 表示基期投资流量, g 为各国投资增长率, δ 为折旧率, 本文取 10%; 以固定资本形成总额代替投资流量数据, 由于本文直接使用 WDI 数据库中 2010 年不变价固定资本形成总额数据, 避免了价格指数的选择; 选取钟形退役模式计算折旧率, 最终得到 1995~2018 年样本国的资本存量, 最后设定资本品的平均使用年限为 20 年, 结合双曲效率函数, 得到生产性资本存量。

5) 缺失数据的处理。本文选取的原始数据中, 就 GDP 数据而言, 缺伊斯兰共和国 2018 年的数据, 采用均值法补全; 就固定资本形成总额数据而言, 不丹、哈萨克斯坦、塔吉克斯坦、伊朗伊斯兰共和国和以色列 2018 年的数据缺失, 仍然采用均值法补全; 而 2010 年价的固定资本形成总额数据缺失较多, 本文根据补全后的现价美元数据计算出固定资本形成总额增长率, 利用计算出的数据补全缺失数据。

3. 实证结果分析

用永续盘存法估算出“一带一路”49个国家的资本存量以后，我们借助DEAP2.1软件进行了TFP的测算，得到“一带一路”沿线49个国家的生产率指数及其分解，将全要素生产率的增长分解为技术效率和技术进步，进一步将技术效率分解为纯技术效率和规模效率。从时间和空间角度分别分析1996~2018年“一带一路”沿线国家的TFP变化情况，并计算样本期间资本投入、劳动投入和TFP增长对经济增长的贡献率。

3.1. TFP测算结果分析

1) 时间角度TFP变动趋势。表2是“一带一路”沿线49个国家1996~2018年全要素生产率及其分解项的相关数据，从时间维度看，呈现以下特征：从全要素生产率来看，“一带一路”国家的全要素生产率在1996~2018年间年均增长为0，即趋于稳定，但是根据图1可知，TFP并非没有变化，而是呈波动发展趋势。根据表2中的数据可知，全要素生产率呈现增长的年份为1996、1998、2003、2004、2009、2010、2013、2015、2016年，且在2009年达到整个研究期的最高点，为8.2%。全要素生产率增长率最低的年份是2017年，为-6%。从技术效率来看，本文选择的49个国家在1996~2018年间年均上升0.4%，整体呈现上升趋势。其中整个研究期的最高点出现在1996年，为5.8%；最低点出现在2009年，为-4.3%。从技术效率的分解指标纯技术效率和规模效率来看，1996~2018年间样本国规模效率变化的平均值为0.2%，其中最高点出现在1998年，为3.9%，最低点出现在1997年，为-4.2%；纯技术效率变化均值为0.2%，最高点出现在1996年，为4.2%，最低点出现在2003年，为-3.4%。从技术进步来看，本文选取的样本国年均下降0.4%，研究期的最高点出现在2009年，技术进步率增长了13%，最低点出现在2017年，技术进步率下降了5%。

Table 2. The time evolution of total factor productivity in the “Belt and Road” countries: 1996 to 2018
表2. “一带一路”国家全要素生产率的时间演化：1996~2018

年份	effch	techch	pech	sech	g _A	年份	effch	techch	pech	sech	g _A
1996	0.058	0.005	0.042	0.016	0.063	2008	-0.017	-0.020	-0.015	-0.002	-0.037
1997	-0.036	0.007	0.006	-0.042	-0.030	2009	-0.043	0.130	-0.021	-0.022	0.082
1998	0.044	-0.017	0.005	0.039	0.026	2010	0.042	-0.037	0.013	0.028	0.003
1999	0.030	-0.047	0.001	0.028	-0.019	2011	-0.023	0.016	-0.025	0.002	-0.007
2000	-0.019	-0.018	-0.003	-0.016	-0.037	2012	0.019	-0.035	0.032	-0.013	-0.016
2001	0.015	-0.023	0.001	0.014	-0.008	2013	-0.010	0.077	0.003	-0.013	0.067
2002	-0.013	-0.012	-0.002	-0.011	-0.024	2014	-0.009	-0.020	-0.019	0.010	-0.029
2003	-0.010	0.058	-0.034	0.025	0.047	2015	0.014	-0.007	0.024	-0.010	0.007
2004	0.044	-0.008	0.035	0.009	0.036	2016	0.013	0.010	0.012	0.001	0.023
2005	-0.007	-0.004	-0.002	-0.006	-0.011	2017	-0.010	-0.050	-0.013	0.003	-0.060
2006	0.003	-0.017	0.006	-0.003	-0.014	2018	0.024	-0.030	0.010	0.014	-0.007
2007	-0.012	-0.033	-0.003	-0.009	-0.044	均值	0.004	-0.004	0.002	0.002	0.000

注：表中effch表示技术效率，techch表示技术进步，pech表示纯技术效率，sech表示规模效率，g_A表示全要素增长率。

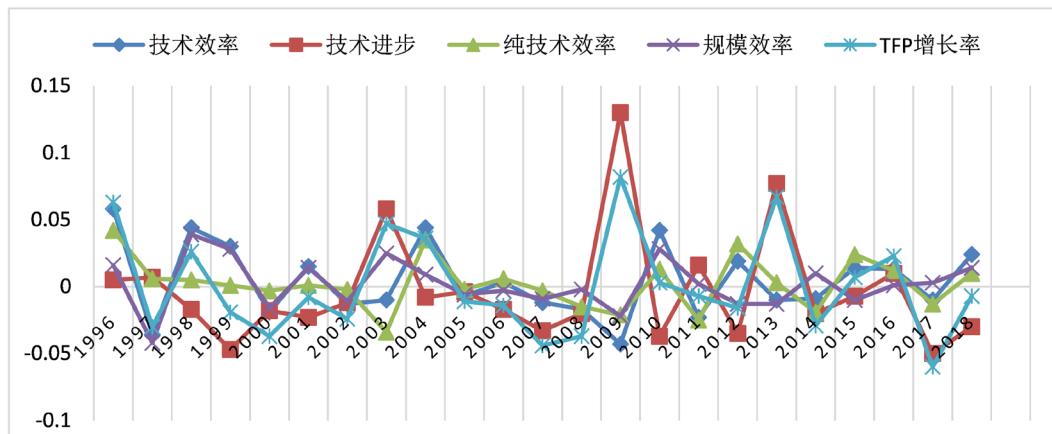


Figure 1. Trends of TFP and its decomposition indicators in “One Belt One Road” countries
图 1. “一带一路”国家 TFP 及其分解指标变化趋势

整体看来，技术效率和技术进步的变化呈反方向。技术效率的增长由纯技术效率和规模效率交替主导。在 2003 年以前，TFP 与技术效率的变动保持一致，2003 年以后技术进步的作用越来越明显，甚至在 2003~2004 年，2016~2017 年 TFP 与技术进步增长率的变动曲线基本重合，也就是说，技术进步对于 TFP 的作用在慢慢显现出来，要想促进“一带一路”国家全要素生产率的增长，必须重视技术进步的发展。此外，值得注意的一点是，在 1999 年和 2008 年两场经济危机之后，技术效率增长率均出现了大幅下降，而技术进步增长率却取得了较大的进步，这说明技术进步具有较强的抗干扰能力，也说明了技术进步在国民经济发展中的重要性。

2) 空间角度 TFP 变动趋势。表 3 列出了一带一路沿线 49 个国家的 Malmquist 生产率指数及其分解，从空间维度看，呈现以下特征：

从全要素生产率来看，东亚、西亚、南亚、中亚和东欧地区 1996~2018 年的平均增长率分别为 -0.1%、0.1%、0、0、-0.1%；技术效率增长率的平均值分别为 0.4%、0.5%、0.4%、0.3%、0.4% (其分解指标纯技术效率增长率的平均值分别为 0.1%、0.3%、0.2%、0.2%、0.3%，规模效率增长率的平均值分别为 0.2%、0.2%、0.3%、0.1%、0.1%)；技术进步增长率的平均值分别为 -0.4%、-0.4%、-0.5%、-0.3%、-0.4%。综上可以看出，五大地区中只有南亚 TFP 平均增长率为正，但仅为 0.1%，且可以看到五大地区的共同点是技术效率增长率均值为正，而技术进步增长率均值为负，其中技术效率的增长基本是由纯技术效率和规模效率共同驱动的，二者平均增长率差别不大。也就是说，“一带一路”国家想要实现 TFP 的增长，需从技术进步入手，使技术进步和技术效率同时发挥带动作用。

需要指出的是，在本文选取的 49 个国家中，蒙古、文莱、新加坡、印度尼西亚、越南、中国、沙特阿拉伯、土耳其、亚美尼亚、伊朗、以色列、孟加拉国、尼泊尔、斯里兰卡、印度、塔吉克斯坦、乌兹别克斯坦、马其顿、摩尔多瓦、塞尔维亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、乌克兰和匈牙利 24 国的规模效率增长率的平均值高于纯技术效率 (除蒙古、孟加拉国和马其顿的纯技术增长率为 0.1% 外，其余 21 个国家纯技术效率增长率为 0)，技术进步增长率平均值均为负，也就是说这 24 个国家的 TFP 增长全靠规模效率带动，经济发展显示出规模经济特征。其他 25 个国家的技术效率增长由纯技术效率主导，说明在当前技术水平下，资源投入的使用效率处于较高水平，资源配置仍可进一步优化。

3.2. 各要素对经济增长的贡献率计算

为了辨别“一带一路”国家经济增长的源泉，本文计算了要素对经济增长的贡献率，以 GDP 增长率来代表经济增长率，要素对经济增长率的贡献率计算公式为：贡献率 = 要素变化率/GDP 变化率。

Table 3. Spatial differences in total factor productivity of “Belt and Road” countries: 1996 to 2018**表3. “一带一路”国家全要素生产率空间差异：1996~2018**

国别	effch	techch	pech	sech	g _A	国别	effch	techch	pech	sech	g _A
菲律宾	0.003	-0.002	0.004	-0.002	0.001	斯里兰卡	0.005	-0.007	0.000	0.005	-0.003
柬埔寨	0.002	-0.002	0.004	-0.002	0.000	印度	0.005	-0.005	0.000	0.005	0.000
马来西亚	0.002	-0.005	0.003	-0.001	-0.003	南亚均值	0.004	-0.005	0.002	0.003	0.000
蒙古	0.006	-0.005	0.001	0.005	0.001	哈萨克斯坦	0.002	-0.002	0.004	-0.002	0.000
泰国	0.005	-0.009	0.000	0.005	-0.004	吉尔吉斯斯坦	0.002	-0.001	0.004	-0.002	0.001
文莱	0.005	-0.004	0.000	0.005	0.000	塔吉克斯坦	0.005	-0.006	0.000	0.005	-0.001
新加坡	0.005	-0.003	0.000	0.005	0.002	乌兹别克斯坦	0.005	-0.004	0.000	0.005	0.000
印度尼西亚	0.005	-0.004	0.000	0.005	0.001	中亚均值	0.003	-0.003	0.002	0.001	0.000
越南	0.005	-0.004	0.000	0.005	0.001	阿尔巴尼亚	0.005	-0.006	0.006	0.000	0.000
中国	0.000	-0.004	0.000	0.000	-0.004	爱沙尼亚	0.005	-0.003	0.006	-0.001	0.002
东亚均值	0.004	-0.004	0.001	0.002	-0.001	白俄罗斯	0.004	-0.002	0.005	-0.002	0.002
埃及	0.006	-0.004	0.006	0.001	0.002	保加利亚	0.003	-0.001	0.005	-0.002	0.002
阿曼	0.006	-0.002	0.006	-0.001	0.004	波兰	0.003	-0.002	0.005	-0.002	0.001
阿塞拜疆	0.005	-0.003	0.006	-0.001	0.002	俄罗斯联邦	0.003	-0.006	0.004	-0.002	-0.003
巴林	0.004	-0.001	0.005	-0.002	0.003	捷克	0.002	-0.005	0.004	-0.001	-0.003
格鲁吉亚	0.002	-0.001	0.004	-0.002	0.001	克罗地亚	0.002	-0.003	0.004	-0.001	-0.001
黎巴嫩	0.002	-0.002	0.003	-0.001	0.000	拉脱维亚	0.002	-0.003	0.003	-0.001	0.000
沙特阿拉伯	0.005	-0.006	0.000	0.005	-0.001	立陶宛	0.002	-0.002	0.003	-0.001	0.000
土耳其	0.005	-0.005	0.000	0.005	0.000	罗马尼亚	0.002	-0.003	0.003	-0.001	-0.001
亚美尼亚	0.005	-0.007	0.000	0.005	-0.002	马其顿王国	0.004	-0.006	0.001	0.003	-0.002
伊朗	0.005	-0.005	0.000	0.005	-0.001	摩尔多瓦	0.005	-0.006	0.000	0.005	-0.001
以色列	0.005	-0.005	0.000	0.005	-0.001	塞尔维亚	0.005	-0.005	0.000	0.005	-0.001
西亚均值	0.005	-0.004	0.003	0.002	0.001	斯洛伐克	0.005	-0.006	0.000	0.005	-0.002
巴基斯坦	0.004	-0.001	0.006	-0.002	0.003	斯洛文尼亚	0.005	-0.006	0.000	0.005	-0.001
不丹	0.003	-0.004	0.005	-0.002	-0.001	乌克兰	0.005	-0.005	0.000	0.005	0.000
孟加拉国	0.005	-0.005	0.001	0.005	0.001	匈牙利	0.005	-0.007	0.000	0.005	-0.003
尼泊尔	0.005	-0.006	0.000	0.005	-0.001	东欧均值	0.004	-0.004	0.003	0.001	-0.001

注：同表2。

1) 从时间角度来看，“一带一路”国家经济增长及各要素的贡献率如表4所示。根据表4数据可知，1996~2008年间样本国的GDP平均增长率为4.49%，资本投入的平均贡献率为4.31%，劳动投入的平均贡献率为31%，TFP的平均贡献率为0。其中GDP增长率的最高点出现在2007年，为7.88%，最低点出现在2009年，为-0.77%，这是因为受2008年经济危机的影响，2009年全球经济陷入低迷；资本投入贡献率的最高点出现在1996年，为2869.03%，最低点出现在2009年，为-1283.33%，但仔细观察可知，2009年资本投入贡献率为负的原因是GDP增长率为负，即真正的资本投入贡献率最低点并非出现在2009年，而是2017年，为127.94%；同理，劳动投入贡献率的最高点是出现在2009年，即-187%（由于GDP增长率为负，此处应看绝对值），最低点出现在2018年，为18%；TFP贡献率的最高点出现在2009年，为-1062%（取绝对值进行比较），最低点出现在2017年，为140%。

Table 4. Economic growth rate and factor contribution rate of “Belt and Road” countries 1996 to 2018 (%)
表4. “一带一路”国家 1996~2018 年经济增长率及要素贡献率(%)

年份	y	k	l	t	年份	y	k	l	t
1996	3.94	2869.03	24	160	2008	4.83	275.98	31	-77
1997	4.07	1325.66	27	-74	2009	-0.77	-1283.33	-187	-1062
1998	2.55	1395.65	51	102	2010	4.85	191.29	29	6
1999	2.79	919.81	52	-68	2011	4.80	188.46	30	-15
2000	5.65	381.48	22	-65	2012	3.52	239.97	39	-45
2001	4.22	437.76	37	-19	2013	3.86	194.57	35	173
2002	4.92	340.01	24	-49	2014	3.66	185.67	37	-79
2003	6.16	257.52	27	76	2015	3.18	192.93	49	22
2004	6.92	219.41	25	52	2016	3.64	151.16	26	63
2005	6.73	212.65	24	-16	2017	4.27	127.94	30	-140
2006	7.56	186.95	21	-19	2018	4.15	128.85	18	-17
2007	7.88	180.39	22	-56		均值	4.49	430.96	31
									0

注：表中 y 表示 GDP 增长率，k 表示资本投入贡献率，l 表示劳动投入贡献率，t 表示 TFP 贡献率。

根据图 2 可以看出，除 2009 年受金融危机的影响，经济增长出现低谷以外，1995~2018 年经济增长率基本保持稳定。其中资本投入的贡献率是最高的，但是随着经济发展，资本投入的贡献率呈下降趋势。劳动投入的贡献率则相对稳定，在 0 上下波动，且波动范围不大。而 TFP 的贡献率在大多数年份都是负数，只有在 1996、1998、2003、2004、2010、2013、2015、2016 年为正值，这可能是因为推动 TFP 的发展需要牺牲一定的资源，且 TFP 对经济增长的影响存在滞后，特别地，2009 年是 TFP 贡献率最大的一年，可见在金融危机的冲击下，TFP 的表现更加强势，这也提示我们，大力推动 TFP 的发展是提高经济系统稳定性的重要途径。

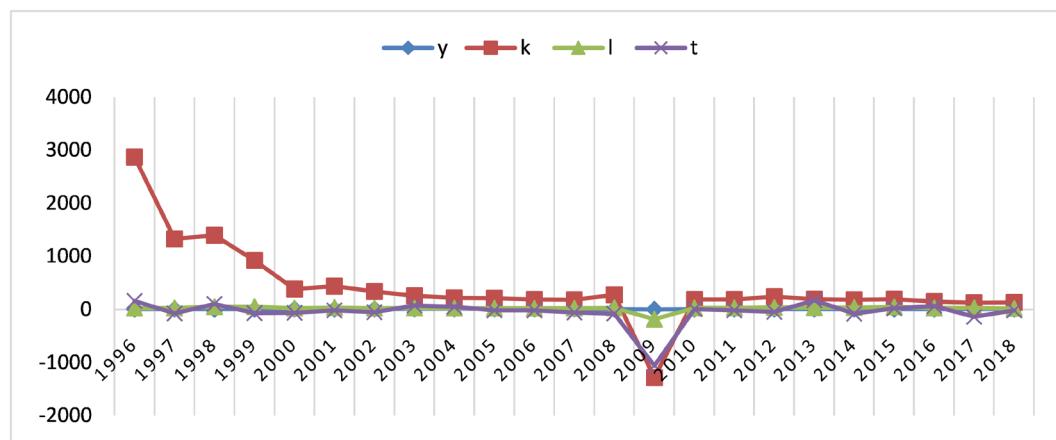


Figure 2. The economic growth rate and factor contribution rate of the “Belt and Road” countries from 1996 to 2018 (%)
图2. “一带一路”国家 1996~2018 年经济增长率及要素贡献率(%)

2) 从空间角度来看，表 5 为样本国在 1996~2018 年间 GDP 的平均增长率及各要素的平均贡献率结果。纵观本文选取的 49 个样本国，在 1996~2018 年间其 GDP 平均增长率均为正。分地区来看，东亚、西亚、南亚、中亚和东欧地区 GDP 增长率的平均值分别为 5.42%、4.61%、5.53%、5.14%、3.27%；资本

投入贡献率的均值分别为 478%、486%、355%、339%、636%；劳动投入的均值分别为 54%、70%、40%、36%、-8%；TFP 贡献率的均值分别为-1%、1%、0、0、-3%。综上可以看出，五大地区经济增长的共同特点是资本投入贡献率最大，劳动投入次之，TFP 最末。其中东欧地区的 GDP 平均增长率是最低的，而资本投入的平均贡献率是最高的，劳动投入和 TFP 的贡献率是最低的，且东欧地区的劳动投入贡献率是唯一一个为负数的地区。就国家而言，菲律宾、蒙古、新加坡、印度尼西亚、越南、埃及、阿曼、阿塞拜疆、巴林、格鲁吉亚、巴基斯坦、吉尔吉斯斯坦、爱沙尼亚、白俄罗斯、保加利亚和波兰 16 国的 TFP 平均贡献率为正，其中 TFP 贡献率最高的国家为阿曼，具体值为 12%，这说明在“一带一路”沿线国家的经济发展中，仍是资本投入占据主导地位。

Table 5. The average GDP change rate of the “Belt and Road” countries from 1996 to 2018 and the contribution rate of each factor (%)

表 5. “一带一路”国家 1996~2018 年平均 GDP 变化率及各要素贡献率(%)

国别	y	k	l	t	国别	y	k	l	t
菲律宾	4.99	360	45	2	斯里兰卡	5.20	372	16	-6
柬埔寨	7.72	285	39	0	印度	6.68	313	24	0
马来西亚	5.11	305	55	-6	南亚均值	5.53	355	40	0
蒙古	6.27	379	32	2	哈萨克斯坦	5.03	381	13	0
泰国	3.54	372	23	-11	吉尔吉斯斯坦	4.23	410	37	2
文莱	0.98	1737	219	0	塔吉克斯坦	5.34	203	51	-2
新加坡	5.28	347	52	4	乌兹别克斯坦	5.94	361	44	0
印度尼西亚	4.52	374	42	2	中亚均值	5.14	339	36	0
越南	6.67	324	28	1	阿尔巴尼亚	4.84	269	-2	0
中国	9.13	294	6	-4	爱沙尼亚	4.24	498	0	5
东亚均值	5.42	478	54	-1	白俄罗斯	4.37	482	6	5
埃及	4.54	175	57	4	保加利亚	2.92	648	-19	7
阿曼	3.40	659	160	12	波兰	4.20	465	6	2
阿塞拜疆	7.65	410	25	3	俄罗斯联邦	2.76	605	4	-11
巴林	4.44	463	129	7	捷克	2.74	595	7	-11
格鲁吉亚	5.53	797	-15	2	克罗地亚	2.23	893	-28	-4
黎巴嫩	3.84	411	97	0	拉脱维亚	3.93	584	-20	0
沙特阿拉伯	3.01	675	138	-3	立陶宛	4.29	485	-19	0
土耳其	4.95	396	40	0	罗马尼亚	3.32	563	-40	-3
亚美尼亚	6.27	346	3	-3	马其顿王国	2.58	636	28	-8
伊朗	3.35	575	73	-3	摩尔多瓦	3.13	597	-13	-3
以色列	3.70	436	62	-3	塞尔维亚	3.16	642	-8	-3
西亚均值	4.61	486	70	1	斯洛伐克	4.03	443	11	-5
巴基斯坦	4.18	377	79	7	斯洛文尼亚	2.80	612	13	-4
不丹	7.03	300	40	-1	乌克兰	0.90	1720	-94	0
孟加拉国	5.79	361	42	2	匈牙利	2.44	712	21	-12
尼泊尔	4.30	407	41	-2	东欧均值	3.27	636	-8	-3

注：同表 4。

整体看来，五大地区 1996~2018 年的资本投入贡献率均达到 100% 以上，即“一带一路”国家的经济增长仍是投资拉动型经济增长。特别地，本文选取的 49 个国家中，文莱和乌克兰的资本投入平均贡献率高达 1737% 和 1720%，劳动投入平均贡献率分别为 219% 和 -94%，而平均 GDP 增长率仅为 0.98% 和 0.90%，二者的资本投入贡献率是 49 个国家中最高的，但 GDP 增长率却是最低的，说明这种过度依赖资本投入，而不注重技术进步和技术效率的发展是不可持续的。“一带一路”国家应当在追求发展速度的同时提高对技术的重视程度，实现各要素均衡推动经济增长。

4. 基于 VAR 模型的各要素与经济增长关系的分析

向量自回归(VAR)模型本质上不以经济理论为基础，属于“外推法”，采用联立多方程形式来表达。把系统的每一个内生变量作为全部内生变量的滞后值构建模型，后对其进行回归分析，进而建模估计出各变量之间的动态关系。

有两个变量 y_{1t} 和 y_{2t} ，滞后 1 期的 VAR 模型表达式为：

$$y_{1t} = \mu_1 + A_{11,1}y_{1,t-1} + A_{12,1}y_{2,t-1} + \mu_{1t} \quad (5)$$

$$y_{2t} = \mu_2 + A_{21,1}y_{1,t-1} + A_{22,1}y_{2,t-1} + \mu_{2t} \quad (6)$$

本文采用 ADF 检验对数据进行了平稳性检验，检验结果是数据平稳，可以用来建构 VAR 模型、进行脉冲响应分析和方差分解分析。为尽量减小误差的自相关程度，建构 VAR 模型前需进行滞后期的确定，结果如下：

Table 6. VAR model lag period judgment results

表 6. VAR 模型滞后期判断结果

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-7355.130	NA	127271.9	23.10559	23.13357	23.11645
1	-6188.065	2315.809	3429.131	19.49157	19.63150	19.54589
2	-6106.571	160.6856	2791.781	19.28594	19.53781 [*]	19.38372
3	-6076.102	59.69429	2667.832	19.24051	19.60433	19.38175 [*]
4	-6050.575	49.69058	2589.290	19.21060	19.68636	19.39530
5	-6027.595	44.44564	2533.273	19.18868	19.77639	19.41685
6	-6014.613	24.94508	2557.559	19.19816	19.89781	19.46978
7	-6005.959	16.51891	2617.475	19.22122	20.03282	19.53631
8	-5973.022	62.46244	2482.213	19.16804	20.09158	19.52659
9	-5927.079	86.54718 [*]	2259.838 [*]	19.07403 [*]	20.10951	19.47604
10	-5916.880	19.08682	2301.803	19.09224	20.23967	19.53771

滞后期可依据多种标准进行选择，如 LR 统计量、赤池信息准则(AIC)、施瓦茨准则(SC)以及汉南准则(HQ)等，根据表 6 的结果，应选择滞后阶数为 9，但考虑到本文使用的是年度数据，且滞后 9 期会导致损失较多的样本容量，因此本文退而求其次，建立滞后 2 期的 VAR 模型。

1) 脉冲响应函数分析

脉冲函数本质上是一种时间响应函数，具体用来分析当在扰动项上加一个信息冲击，冲击的大小是

一个标准差，标准差是通过渐进计算得到的。图 3~8 中，横轴表示响应期数(单位：年)，纵轴表示百分比变化。

图 3 表示 GDP 对资本存量冲击的响应。可以看出，当资本存量在本期给 GDP 一个标准差的冲击后，GDP 迅速响应，且为正的响应，随着时间的推移，响应程度逐渐变小，但始终保持正的响应，第 6 期之后趋于稳定；图 4 表示 GDP 对劳动力投入冲击的响应。劳动力投入的增加同样能迅速引起 GDP 的增加，与资本积累不同的是，GDP 对劳动投入冲击的响应在第 4 期有极其微小的上升，且下降速度没有 GDP 对资本积累冲击响应的下降速度快，这可能是由于存在“干中学”效应，会使劳动力投入对 GDP 增长的影响持续期更长；图 5 表示 GDP 对 TFP 冲击的响应。GDP 在第 1 期对 TFP 的冲击没有响应，第 2 期迅速达到峰值，随后快速下降，并于第 6 期以后逐渐趋于稳定。GDP 对 TFP 响应的峰值高于 GDP 对资本积累及劳动投入响应的峰值，这说明 TFP 对 GDP 增长的影响要高于资本积累和劳动投入，但是相对来说持续期不长，原因可能是随着技术的更新换代，其对经济增长的带动作用逐渐减弱；图 6 表示 GDP 对自身冲击的响应。可以看出 GDP 对自身冲击的响应呈平稳下降趋势，说明经济增长具有一定的惯性，但随着时间的推移，惯性作用越来越小。

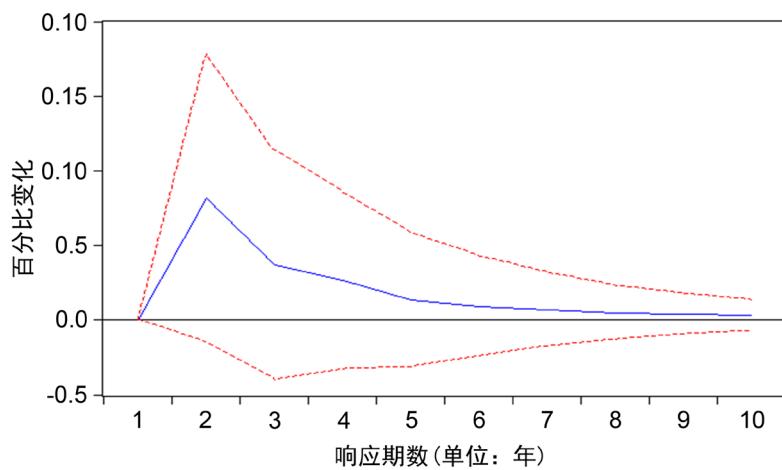


Figure 3. GDP response to capital stock shock

图 3. GDP 对资本存量冲击的响应

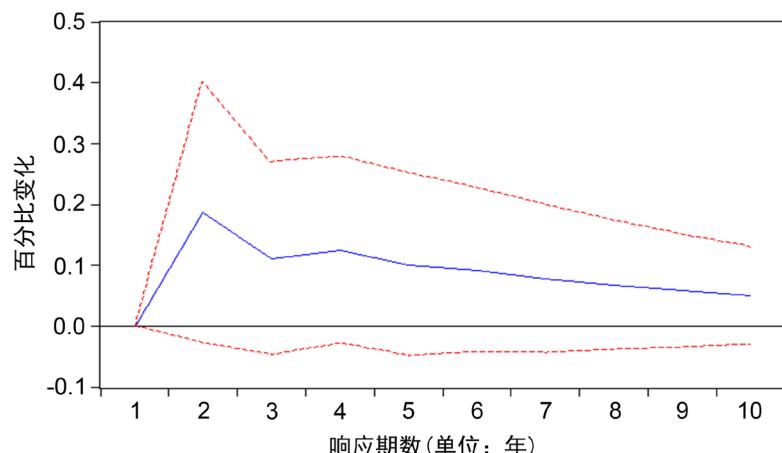


Figure 4. GDP response to labor input shock

图 4. GDP 对劳动力投入冲击的响应

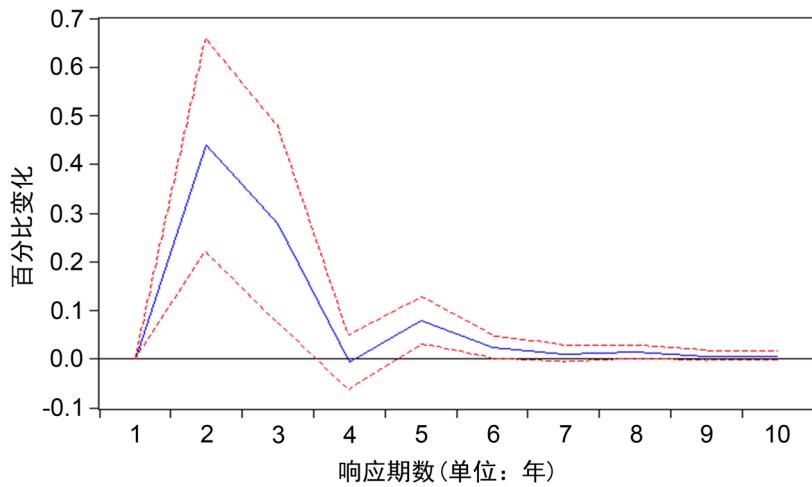


Figure 5. GDP response to TFP shock

图 5. GDP 对 TFP 冲击的响应

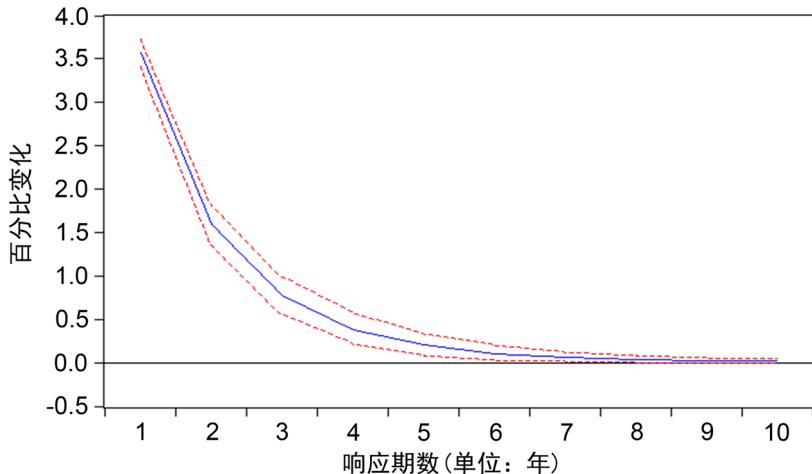


Figure 6. GDP's response to its own shock

图 6. GDP 对自身冲击的响应

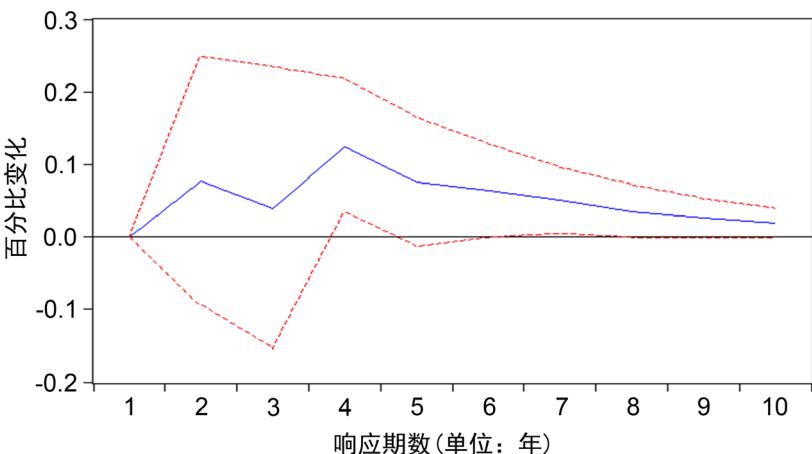


Figure 7. Capital accumulation response to TFP shock

图 7. 资本积累对 TFP 冲击的响应

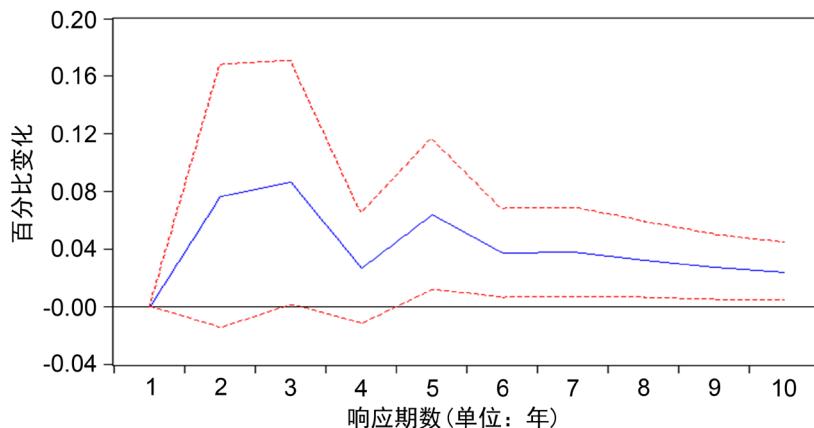
**Figure 8.** Labor input response to TFP shock**图 8.** 劳动投入对 TFP 冲击的响应

图 7 表示资本投入对 TFP 的响应。第 1 期资本投入未响应, 从第二期开始 TFP 对资本投入的影响程度逐渐上升并于第 4 期达到峰值, 随后开始下降, 持续时间也较长, 这说明 TFP 的增长可以吸引资本投入, 且需要一定的时间才能发挥其最大作用; 图 8 表示劳动投入对 TFP 的响应。可以看出, 劳动投入对 TFP 冲击的响应始终为正, 峰值出现在第 3 期, 随后开始下降, 第 6 期之后逐渐趋于稳定且持续时间较长, 这说明 TFP 的提高对于劳动投入的增加具有促进作用, 但也需要一定的时间才能发挥其最大作用。

2) 方差分解分析

方差分解用来分析影响内生变量的结构冲击的贡献率, 即判断某一冲击在多大程度上造成内生变量的变化。方差分解结果如下:

Table 7. Results of analysis of variance (y)**表 7.** 方差分析结果(y)

Period	S.E.	y	k	l	t
1	3.575022	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000
2	3.940938	98.48571	0.043021	0.224586	1.246686
3	4.026256	97.98537	0.049502	0.291602	1.673527
4	4.046527	97.90514	0.053269	0.384562	1.657025
5	4.053769	97.81141	0.054171	0.445172	1.689244
6	4.056234	97.75840	0.054639	0.496125	1.690836
7	4.057434	97.72198	0.054897	0.532611	1.690510
8	4.058182	97.69366	0.055025	0.560187	1.691126
9	4.058664	97.67355	0.055112	0.580373	1.690966
10	4.059005	97.65870	0.055168	0.595249	1.690881

注: 同表 4。

从表 7 的结果可以看出, 随着经济的发展, TFP 对 GDP 增长率变动的解释程度逐渐加大, 且是除 GDP 自身外对其增长率变动解释程度最大的因素, 也即 TFP 的增长是引起 GDP 增长最重要的原因之一。

综上所述,脉冲响应和方差分解分析结果均证明 TFP 对经济增长有显著影响,而脉冲响应分析还证明 TFP 对资本和劳动投入的冲击也很明显,即 TFP 既可以对经济增长产生直接影响,也可以通过影响劳动投入和资本投入间接对经济增长产生影响。因此可以得出一个结论: TFP 将在“一带一路”沿线国家未来的经济增长中发挥重要作用。

5. 结论

从本文关于 TFP 的测算结果以及各要素对经济增长的贡献率计算结果可以看出,“一带一路”国家的经济近年来整体呈现增长趋势,但是 GDP 的增长率是波动发展的,根据表 3 中的数据可知,在 2009 年以前, GDP 增长率经历的是波动上升的过程,2009 年由于金融危机的冲击, GDP 出现下降,2009 年以后经济增长虽有所回暖,但以后每年的 GDP 增长率都未达到研究期的平均水平。研究期间 TFP 并未实现增长,且其对经济增长的贡献率为负,这主要是因为“一带一路”国家技术进步未实现增长。建构 VAR 模型的结果表明, GDP 增长对 TFP 冲击的响应是最大的,且 TFP 的冲击会引起资本和劳动投入的正响应,这说明 TFP 可以通过多种机制促进经济增长。

“一带一路”国家多属于发展中国家和新兴经济体,仍处于“粗放型”的经济增长,其经济增长对资本投入的依赖程度很高,但就世界其他发达国家及发展状况较好的发展中国家的历史经验看来,粗放型转向集约型转变是必经的变革,现阶段“一带一路”国家应继续增加对于基础设施及经济发展所需要素的投入,同时应未雨绸缪,增加对教育、科研及新兴产业的投入,增加人力资本投入,调整产业布局,为经济增长寻找新的动能。对于中国而言,对“一带一路”国家进行投资时,应仔细辨别沿线国家的经济发展现状,根据本文的测算结果,沿线国家均属于投资拉动型经济增长,中国应有针对性地进行投资,避免投资浪费;东欧地区大多国家的劳动投入贡献率处于较低水平,因此对东欧国家进行投资时可以考虑输出劳动力;就“一带一路”国家整体发展状况来看,其全要素生产率几乎处于停滞不前状态,因此中国输出管理、技术及优质人力资本不仅有助于“一带一路”国家实现经济转型增长,自身也有可能获得更高的投资回报。

本文虽对“一带一路”国家 TFP 进行了测算,但由于数据的可得性,并未测算这些国家分行业的 TFP,继续挖掘更多数据,进行细分行业的 TFP 测算并进行更加精确的分析,确定“一带一路”国家各产业对经济增长的贡献,辨别各产业增长的源泉,从而为“一带一路”国家的发展和中国对其的投资选择提供更有价值的参考,是未来的研究方向。

参考文献

- [1] 孙琳琳,任若恩. 中国资本投入和全要素生产率的估算[J]. 世界经济,2005(12): 3-13.
- [2] 李宾,曾志雄. 中国全要素生产率变动的再测算:1978~2007 年[J]. 数量经济技术经济研究,2009, 26(3): 3-15.
- [3] 李平,钟学义,王宏伟,郑世林. 中国生产率变化与经济增长源泉:1978~2010 年[J]. 数量经济技术经济研究,2013, 30(1): 3-21.
- [4] Maudos, J., Pastor, J.M. and Serrano, L. (1999) Total Factor Productivity Measurement and Human Capital in OECD Countries. *Economics Letters*, **63**, 39-44. [https://doi.org/10.1016/S0165-1765\(98\)00252-3](https://doi.org/10.1016/S0165-1765(98)00252-3)
- [5] Cristiano, A. and Francesco, Q. (2010) The Effects of Biased Technological Change on Total Factor Productivity: Empirical Evidence from a Sample of OECD Countries. *Journal of Technology Transfer*, **35**, 361-383. <https://doi.org/10.1007/s10961-009-9134-2>
- [6] Leung, H.M. (1998) Productivity of Singapore's Manufacturing Sector: An Industry Level Non-Parametric Study. *Asia Pacific Journal of Management*, **15**, 19-31.
- [7] Timmer, M. and Ark, B.V. (2000) Capital Formation and Productivity Growth in South Korea and Taiwan: Realising the Catch-Up Potential in a World Diminishing Returns. CCSO Working Papers.
- [8] 郭庆旺,贾俊雪. 中国全要素生产率的估算: 1979~2004[J]. 经济研究,2005(6): 51-60.

-
- [9] 王兵, 颜鹏飞. 技术效率、技术进步与东亚经济增长——基于 APEC 视角的实证分析[J]. 经济研究, 2007(5): 91-103.
 - [10] 向琳, 胡艳. APEC 经济体全要素生产率变动的测度分析——基于我国与其他 APEC 成员国的对比分析[J]. 价格理论与实践, 2015(9): 94-96.
 - [11] 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, 47(4): 15-27.
 - [12] 杨玉玲, 郭鹏飞. 省际第三产业资本存量: 框架、检验及动态轨迹[J]. 数量经济技术经济研究, 2017, 34(10): 78-93.