

“一带一路”国家绿色发展水平测度研究

杜诗君

(湖南大学工商管理学院, 湖南长沙, 410082)

摘要: 随着全球气候问题的加剧, 经济转型升级的需要, 绿色、可持续发展成为了“一带一路”建设的关键词。然而国际社会对于“一带一路”建设的发展质量还存在许多质疑, 测算“一带一路”国家的绿色发展水平是时代的要求。本文首先建立绿色全要素生产率指标(GTFP)来衡量绿色发展水平, 并选用SBM—DEA模型对“一带一路”沿线30个国家2006-2016年的绿色全要素生产率水平进行测算, 然后对全局参比的GML指数进行分解来识别绿色发展的内在动力。研究结果表明: 第一, 2006-2016年间, “一带一路”沿线国家GTFP水平整体得到了提升, 部分国家的GTFP水平得到了跨越式增长; 第二, 绿色全要素生产率、技术进步、技术效率分别以1.91%、1.49%、0.68%的速度增长, 技术进步是保证经济发展质量的主要动力; 第三, 2007-2012年, “一带一路”沿线国家的GTFP平均增长率为1.26%, 而2013-2016年, GTFP水平平均增长2.87%, “一带一路”倡议的政策效果明显。

关键词: “一带一路”倡议; 绿色全要素生产率; 技术进步; SBM模型

中图分类号: F2

文献标识码: A

1. 引言

2013年, 中国国家主席习近平提出共建“一带一路”的倡议, 倡议提出以来, “一带一路”建设发展迅速, 中国与“一带一路”国家合作日益密切^[1]。根据《中国“一带一路”贸易投资发展报告2020》显示, 2013-2019年, 中国与“一带一路”沿线国家货物贸易进出口总额增至1.34万亿美元, 中国企业对“一带一路”沿线国家非金融类直接投资累计达1173.1亿美元, 年均增长4.4%^[2], “一带一路”建设在短时间内获得了较快速的发展。在增进贸易合作的过程中, 中国也非常重视“一带一路”的绿色发展问题。从2015年的《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》到2020年的《中国共产党十九届五中全会公报》, 中国政府均强调把绿色发展理念融入“一带一路”建设, 明确指出要推动共建“一带一路”高质量发展。

然而, 随着全球气候变暖问题的凸显, 贸易保护主义势力的抬头, 针对“一带一路”发展质量的质疑也不断出现。不少学者认为“一带一路”是中国转移国内污染和过剩产能的途径, 特别是碳排放密集的能源和基础设施建设领域的投资和贸易, 不利于全球的气候治理以及参与国的绿色发展。据统计显示, “一带一路”沿线国家碳排放量约占全球碳排放量的28%, 若继续采用原来的发展模式, 该比例将在2050年增至66%^[3]。在此背景下, 衡量“一带一路”参与国的绿色发展情况, 对于对内检验中国的政策成果, 对外回应国际质疑, 进一步推进“一带一路”建设具有重要意义。

基于此, 本文首先构建绿色全要素生产率指数(GTFP), 用以衡量“一带一路”沿线国家的绿色发展水平, 并运用MAXDEA软件通过非角度非径向的SBM函数测算绿色全要素生产率指数。最后基于分解的全局参比GML指数, 了解“一带一路”沿线国家经济发展的内在动力。

2. 文献综述

绿色全要素生产率(GTFP)的概念是在全要素生产率(TFP)之后发展起来的。全要素生产率是以资本和劳动力作为投入, GDP作为产出, 它表示产出与所有投入的比值, 反

映了经济增长的质量。但在全球气候变化以及发展节能减排经济的背景下,全要素生产率忽略经济活动中资源的投入和环境因素,从而得出的 TFP 不能反映出低碳约束下的真实经济绩效。为此,在传统 TFP 的基础上考虑以碳排放为非期望产出的绿色 TFP 的概念被提出,并应用于度量经济的可持续性增长^[4-6]。绿色全要素生产率是以劳动力、资本以及能源作为投入,将 GDP 作为期望产出,与环境相关的指标作为非期望产出的衡量经济发展质量的指标。

绿色全要素生产率的测算方法主要分为两大类:一种是随机前沿分析(SFA),另一种是数据包络分析(DEA)。SFA 是一种参数化方法,需要确定生产前沿面的具体形式,DEA 方法不需要设定具体的生产函数形式,而且可以处理多投入和多产出问题,并能对生产率进行分解,因而受到了研究者的青睐,成为主要的测算绿色全要素生产率的方法。

数据包络分析方法(DEA)在绿色全要素生产率问题上的运用得到了不断地发展和完善。Pittman (1983)^[7]最先提出在数据包络分析的方法中考虑非期望产出来衡量绿色全要素生产率。Chung 等(1997)^[8]和 Chambers 等(1996)^[9]在此基础上进一步完善,提出了一种新的方向性距离函数(directional distance function, DDF),将期望产出的扩张和非期望产出的收缩同时纳入到生产率的分析框架中。然而,DDF 是用径向的、角度的 DEA 计算的,因此当存在投入过量或产出不足时,计算结果会出现失误。为了适应研究的需要,各种改进的方法不断发展。基于松弛测度的 DDF 以及非径向测度的 DDF 被提出^[10-12]。Fukuyama 和 Weber (2009)^[13]以及 Fare 等(2010)^[14]又在此基础上提出了一般的基于松弛变量的方向性距离函数(SBM-DDF),既解决了传统 DEA 模型里将污染排放作为投入变量的不合理性,又解决了 DDF 法存在的当投入和产出松弛时的测算失误,成为了当时测量 GTFP 最科学的方法。但后来,专家学者仍不断的对方法进行改进,通过提出非径向方向性距离函数(Non-radial Directional Distance Function, 简称 NDDF),允许期望产出和非期望产出的增减比例不同,从而使测量更加科学,也能以更科学的路径实现绿色全要素生产率的提升^[15]。

在对 GTFP 进行静态分析的同时,专家学者们也对 GTFP 的动态变化进行了探索和分析。Chung 等(1997)^[8]提出了一种可以测度存在非期望产出时的生产率指数—Malmquist Luenberger (ML) 指数,该指数可以在压缩非期望产出的同时提高期望产出。但是由于 ML 指数只能进行相邻期间生产效率的短期变动分析,无法观察生产效率的长期增长趋势,而且其中混合方向性距离函数容易导致线性规划无可行解,因此超前沿的 ML 指数用来解决不可行解的问题^[16,17]。全局生产可能性集概念的构造也用来解决 ML 指数通常容易不存在线性规划和非传递性的解的问题,并出现了 GML 指数^[16,18]。为了深入分析 GTFP 增长情况,有学者将 GTFP 的增长分解为效率变化和技术进步^[19],以此来深入了解 GTFP 的驱动因素。Zhou 等(2019)^[20]将生产率指数分解成纯效率变化,纯技术进步,规模效率变化和技术规模变化,以此深入了解绿色全要素生产率的变化趋势。

近年来,面对问题的复杂多样性,DEA 的模型得到了拓展和组合使用。有学者尝试用三阶段 DEA 和 ML 指数对中国制造业的生产率进行测算^[21]。在发展的众多方法中,基于 SBM 方向距离函数的 GML 指数能够有效处理径向和角度问题,并在生产前沿上实现全局相似性,因而近年来被学者们组合起来测算 GTFP^[22-24]。

3.研究方法 with 数据说明

3.1 研究方法

3.1.1 SBM-DEA 绿色全要素生产率测度模型构建

绿色全要素生产率是反映经济发展活力的指标,能够反映经济绿色发展的质量。目前大多数研究都采用数据包络分析法(DEA)来测算绿色全要素生产率,该方法属于生产前沿分析法,是根据投入产出基础数据,以最优效率的生产单元构造出生产前沿面,其他生产单元与前沿面之间的距离就是非效率。不过,不同学者采用的具体方法存在差异。考虑到“一带

一路”国家大都是发展中国家，大多数国家的生产效率较低，没有达到生产前沿面。因此考虑带有改进余地的松弛变量的生产前沿分析法可以更好拟合实际生产情况，本文选用的非径向非角度松弛方向性距离函数正好能够实现这一需求。具体模型如下所示。

$$\bar{S}_V^G(x^{t,k'}, y^{t,k'}, b^{t,k'}, g^x, g^y, g^b) = \max_{s^x, s^y, s^b} \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{s_n^x}{g_n^x} + \frac{1}{M+1} \left(\sum_{m=1}^M \frac{s_m^y}{g_m^y} + \sum_{i=1}^I \frac{s_i^b}{g_i^b} \right)}{2} \quad (3.1)$$

$$\text{s.t. } \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K z_k^t x_{kn}^t + s_n^x = x_{kn}^t, \forall n;$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K z_k^t y_{km}^t - s_m^y = y_{km}^t, \forall m;$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^K z_k^t b_{ki}^t + s_i^b = b_{ki}^t, \forall i;$$

$$\sum_{k=1}^K z_k^t = 1, z_k^t \geq 0, \forall k; s_n^x \geq 0, \forall n; s_m^y \geq 0, \forall m; s_i^b \geq 0, \forall i$$

$(x^{t,k'}, y^{t,k'}, b^{t,k'})$ 是 k 国, t 期的投入、期望产出和非期望产出。 (g^x, g^y, g^b) 表示投入减少、期望产出增加和非期望产出减少的取值为正的方向向量, (s_n^x, s_m^y, s_i^b) 表示投入和产出的松弛向量。由于线性规划的等式, 以及松弛变量前的不同符号, 当 (s_n^x, s_m^y, s_i^b) 均大于 0 时, 表示实际的投入和污染大于边界的投入和产出, 而实际产出则小于边界的产出。因此 (s_n^x, s_m^y, s_i^b) 表示投入过度使用、污染过度排放及好产出生产不足的量。

3.1.2 GML 指数分解方法构建

绿色全要素生产率的测度只能了解“一带一路”国家每年的经济发展情况, 不能体现今年与上一年, 今年和下两年的动态变化。采用几何平均形式的 ML 指数测算出的绿色全要素生产率不具有循环累乘性, 只能进行相邻期间生产效率的短期变动分析, 无法观察生产效率的长期增长趋势, 而且其中混合方向性距离函数容易导致线性规划无可行解。GML 指数是基于全局生产技术集构造的, 能有效避免线性规划无解的缺陷, 同时, 这种连续生产前沿面避免了生产前沿向内偏移的可能性。也就是说, 可以避免“技术倒退”现象出现的可能性, 从而也就避免了生产效率的“被动”提高, 因此具有一定的优越性。

本文采用全局生产率指数 (GML) 观察绿色全要素生产率指数的年度动态变化, 为了研究的深入, 进一步将 GML 指数分解为 GTC (技术进步) 和 GEC (技术效率) 来了解指数增长变化的内在动力, 具体公式如下。

$$GML^{t+1} = \frac{1 + \bar{S}_V^G(x^t, y^t, b^t; g^x, g^y, g^b)}{1 + \bar{S}_V^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^x, g^y, g^b)} = GEC_t^{t+1} \cdot GTC_t^{t+1} \quad (3.2)$$

$$GEC_t^{t+1} = \frac{1 + \bar{S}_V^G(x^t, y^t, b^t; g^x, g^y, g^b)}{1 + \bar{S}_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^x, g^y, g^b)} \quad (3.3)$$

$$GTC_t^{t+1} = \left\{ \left[1 + \bar{S}_V^G(x^t, y^t, b^t; g^x, g^y, g^b) \right] / \left[1 + \bar{S}_V^t(x^t, y^t, b^t; g^x, g^y, g^b) \right] \right\} / \left\{ \left[1 + \bar{S}_V^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^x, g^y, g^b) \right] / \left[1 + \bar{S}_V^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^x, g^y, g^b) \right] \right\} \quad (3.4)$$

其中, $\bar{S}_V^G(x^t, y^t, b^t; g^x, g^y, g^b)$ 和 $\bar{S}_V^t(x^t, y^t, b^t; g^x, g^y, g^b)$ 分别代表基于非径向、非角度测度方法构建的当期和全域 SBM 方向距离函数。GML, GEC, GTC 分别代表绿色全要素生产率增长指数, 技术效率和技术进步。GML 指数代表 t+1 期相对于 t 期的变动, 若该

指数大于 1, 则代表 GTFP 出现了增长;若小于 1, 则代表 GTFP 出现了下降;若等于 1, 则代表 GTFP 处于稳定状态, 技术进步和技术效率同理。

3.2 样本选择与数据来源说明

根据数据的可得性, 本文选取“一带一路”沿线 30 个国家作为研究样本, 研究时间跨度为 2006-2016 年, 样本国家涵盖“一带一路”沿线各区域, 样本时间也从“一带一路”倡议提出前到倡议提出后, 因此具有一定的代表性。具体样本国家如表 3.1 所示。

表 3.1 “一带一路”研究样本国家列表

地区	国家
东北亚	俄罗斯
东南亚	新加坡, 印度尼西亚, 马来西亚, 泰国, 越南, 菲律宾
南亚	印度, 巴基斯坦, 斯里兰卡, 孟加拉国
西亚北非	土耳其, 以色列, 埃及, 伊朗, 约旦
中东欧	波兰, 爱沙尼亚, 立陶宛, 保加利亚, 捷克, 匈牙利, 罗马尼亚, 斯洛伐克, 克罗地亚, 拉脱维亚, 乌克兰, 摩尔多瓦
中亚	哈萨克斯坦, 吉尔吉斯斯坦

注: 分类标准参考“中国一带一路网”

本文基于模型 (3.1) 测算样本国家的绿色全要素生产率。在测算的过程中, 每个国家作为一个单独的决策单元, 以劳动力, 资本和能源投入作为投入变量, 以 GDP 和碳排放量分别作为期望产出和非期望产出。

投入指标中, 本研究所需的劳动力投入变量选取年末就业人数作为度量指标, 根据世界银行的各国人口数据和失业人数占比计算所得。资本投入变量选取资本存量作为度量指标, 采用 Peen World Table 9.1 (佩恩表) 的资本存量数据。能源投入数据来自美国能源信息署 (EIA), 选取初级一次能源消费量 (千兆因热) 作为度量指标。产出指标中, GDP 数据来自 Peen World Table (佩恩表), 选取实际 GDP 作为度量指标, 碳排放量数据来自美国能源信息署 (EIA), 选取 CO₂ 排放量作为度量指标。GDP 相关指标都统一成 2011 年不变价美元。具体投入产出数据表见表 3.2。

表 3.2 投入产出表

变量	含义	度量指标	单位	来源
Input	劳动力投入	年末就业人数	/个	计算所得
	资本投入	资本存量	/百万美元	PWT9.1
	能源投入	初级一次能源消费	/千兆英热	EIA
Desirable Output	GDP	实际 GDP	/百万美元	PWT9.1
Undesirable Output	碳排放量	CO ₂	/百万公吨	EIA

4. 实证结果与分析

4.1 “一带一路”沿线各国绿色全要素生产率水平测度

本文基于非径向非角度的 SBM 方向性距离函数测度了“一带一路”沿线 30 个国家从 2006 到 2016 年的绿色全要素生产率 (GTFP)。结果见图 4.1, 表 4.1。

由图 4.1 可知, GTFP 取值为 0-1, 数值越大说明越靠近生产前沿, 绿色发展水平越高。从整体来看, 2006 年总体平均 GTFP 为 0.6938, 2016 年达到了 0.8224, 其中 2006 年到 2012 年呈波动增长趋势, 年平均年增长率为 1.0023%, 2008 年和 2009 年 GTFP 呈现下降趋势,

2013 年到 2016 年呈逐步上升趋势，平均年增长率为 2.8430%。

这说明这 11 年间，整体来讲，“一带一路”沿线国家的 GTFP 得到了明显的增长，即 2006 年到 2016 年间，“一带一路”国家的经济发展质量得到了保证，在得到经济发展的同时，也控制好了碳排放，因而发展的绿色效应较强。2008 年到 2009 年的下降趋势表明这两年的经济发展质量总体水平不高，有可能是因为受全球金融危机的影响，经济发展水平受到了影响，从而影响了整体的 GTFP。2006 年到 2012 年的增长率与 2013 年到 2016 年的增长率有较大的差别，后一时间段的增长率水平有了显著的提高。这可能意味着，“一带一路”倡议后，国际间的交流和合作显著的促进了“一带一路”沿线国家的经济增长，同时，带来的碳排放尚在合理范围，因此整体的 GTFP 水平表现为较为明显的增长。

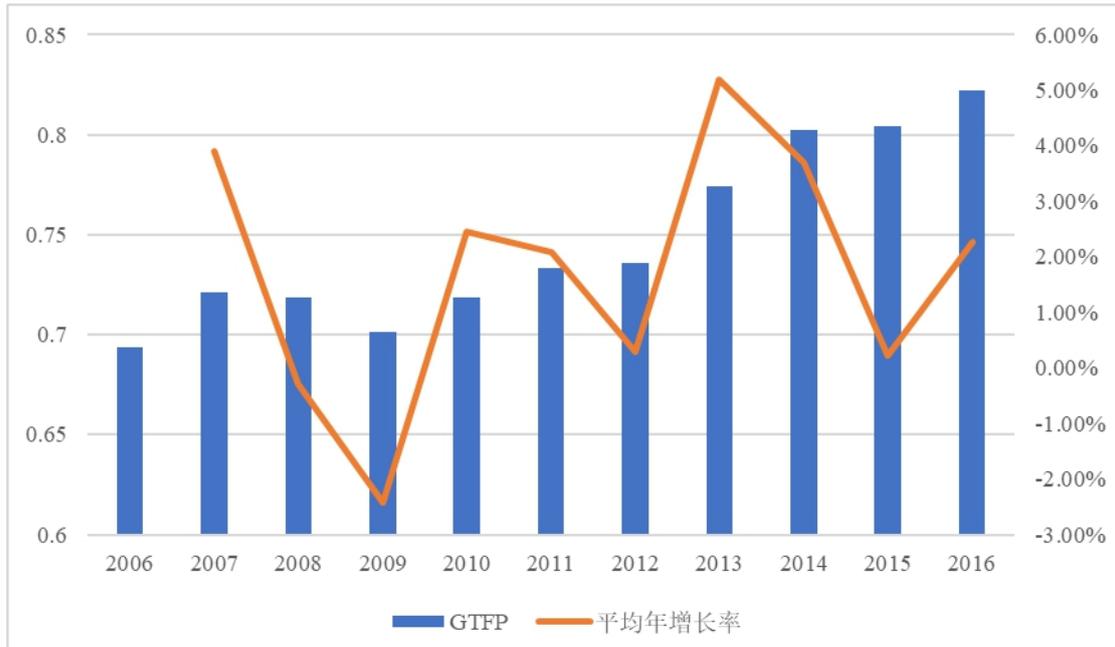


图 4.1 “一带一路”沿线 30 个国家年均 GTFP 及年均增长率

由表 4.1 可知，从单个国家绿色全要素生产率的变动情况来看，2013 年前，30 个国家中每年达到生产前沿（即 GTFP 为 1）的国家非常少，仅有 5 个国家，2013 年到 2016 年，达到生产前沿的国家明显增多，2016 年，达到生产前沿的国家增加到 13 个。尤其是菲律宾、孟加拉国、土耳其、印度尼西亚、新加坡、哈萨克斯坦，俄罗斯等国实现了 GTFP 的较大增长，效率水平达到了生产前沿，其他大多数国家也实现了 GTFP 的增长，尤其是 2013 年以后，GTFP 增长明显，较为突出的有巴基斯坦、哈萨克斯坦、孟加拉国、斯洛伐克共和国，少数国家的 GTFP 水平有轻微的下降，例如越南。

这也说明，从单个国家的 GTFP 增长情况考虑，“一带一路”倡议实施之后，有较多国家实现了 GTFP 的跨越式增长，“一带一路”倡议促进了沿线国家的经济高质量发展。“一带一路”推行以来，以六大经济走廊为基础的合作，促进了区域间基础设施的完善，加速了沿线各国直接的贸易和投资。例如中孟卡纳普里河河底隧道工程、帕德玛大桥，马来西亚南部铁路等工程的推进，都更加便利了当地经济活动的开展。因此，“一带一路”倡议促进了沿线国家的经济高质量发展。而少数国家因为生产力水平、贸易开放度的差别，经济发展质量的改变较不明显。

表 4.1 “一带一路”沿线 30 个国家 GTFP 水平

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
阿拉伯埃及共和国	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	0.93	0.90	0.90	0.91	0.96	1.00
爱沙尼亚	1.00	1.00	0.94	1.00	1.00	1.00	0.93	0.95	1.00	1.00	1.00

巴基斯坦	0.73	0.72	0.76	0.78	0.76	0.84	0.83	0.94	0.95	0.98	1.00
保加利亚	0.56	0.57	0.56	0.57	0.58	0.57	0.58	0.60	0.58	0.58	0.62
波兰	0.69	0.71	0.71	0.73	0.77	0.86	0.87	0.89	0.93	0.98	1.00
俄罗斯	0.71	0.84	0.90	0.83	0.83	0.87	0.93	0.99	1.00	0.95	0.96
菲律宾	0.65	0.72	0.74	0.78	0.84	0.86	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00
哈萨克斯坦	0.49	0.50	0.49	0.51	0.52	0.56	0.59	0.76	1.00	0.88	0.76
吉尔吉斯斯坦	1.00	1.00	1.00	0.89	1.00	0.93	0.80	1.00	0.95	1.00	1.00
捷克共和国	0.46	0.48	0.49	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.51	0.54	0.54
克罗地亚	0.67	0.73	0.71	0.67	0.68	0.70	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78
拉脱维亚	0.62	0.67	0.67	0.59	0.55	0.63	0.65	0.67	0.70	0.71	0.71
立陶宛	0.67	0.73	0.73	0.67	0.70	0.73	0.75	0.78	0.83	0.84	0.85
罗马尼亚	0.58	0.63	0.69	0.68	0.64	0.64	0.65	0.72	0.75	0.79	0.85
马来西亚	0.59	0.61	0.62	0.59	0.60	0.61	0.63	0.62	0.63	0.65	0.68
孟加拉国	0.68	0.72	0.71	0.70	0.73	0.76	0.76	0.83	1.00	0.94	1.00
摩尔多瓦	0.80	0.89	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00
斯里兰卡	0.84	0.90	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
斯洛伐克共和国	0.52	0.59	0.61	0.61	0.63	0.65	0.68	0.69	0.74	0.75	0.77
泰国	0.44	0.46	0.45	0.44	0.45	0.45	0.47	0.46	0.46	0.47	0.47
土耳其	0.95	0.89	0.87	0.81	0.86	0.90	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00
乌克兰	0.27	0.29	0.30	0.29	0.28	0.28	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29
新加坡	0.91	1.00	0.87	0.78	0.92	0.92	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00
匈牙利	0.63	0.64	0.65	0.63	0.63	0.65	0.66	0.70	0.71	0.70	0.70
伊朗伊斯兰共和国	0.58	0.63	0.61	0.58	0.61	0.61	0.55	0.53	0.55	0.53	0.60
以色列	0.68	0.71	0.73	0.73	0.74	0.81	0.74	0.86	0.90	0.89	0.96
印度	1.00	0.90	0.75	0.79	0.83	0.83	0.81	0.85	0.88	0.94	1.00
印度尼西亚	0.63	0.70	0.68	0.68	0.67	0.77	0.82	0.87	0.92	0.93	1.00
约旦	1.00	0.95	1.00	0.84	0.82	0.78	0.75	0.76	0.73	0.73	0.72
越南	0.46	0.45	0.43	0.42	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40

4.2“一带一路”国家绿色全要素生产率分解结果分析

本文基于模型(3.2)、(3.3)和(3.4)将GML指数分解为技术进步指数GTC和技术效率指数GEC,以了解“一带一路”沿线国家GTFP的内在增长动力。结果如图4.2所示。

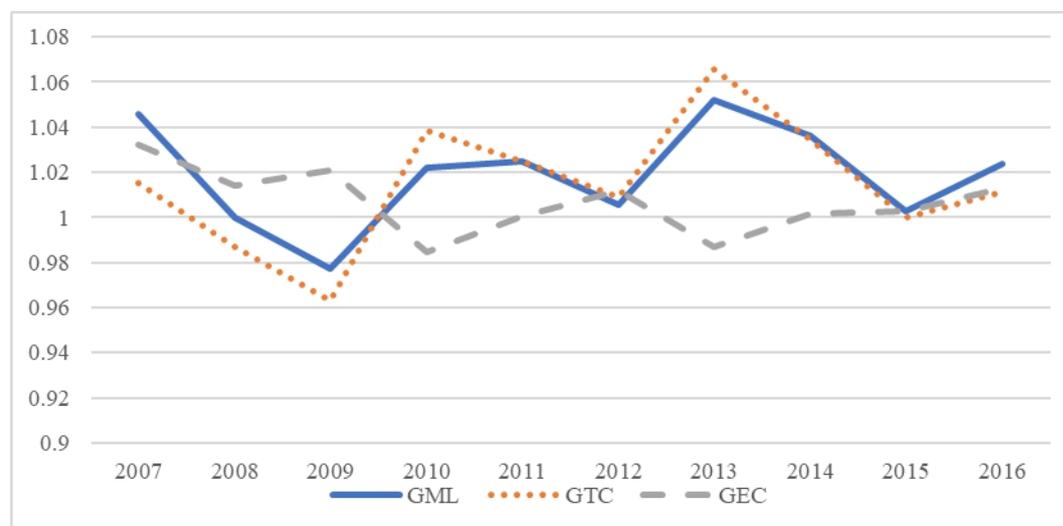


图 4.2 “一带一路”沿线 30 个国家 GTFP 的驱动力分解

由图 4.2 可知,整体来讲,“一带一路”沿线国家的 GTFP 发展状况总体较好,30 个国家 2007-2016 年的 GML 为 1.0191, GTC 的平均指数为 1.0149, GEC 的平均指数为 1.0068。这说明 2006-2016 年沿线国家的 GTFP 平均增长了 1.91%,其中技术进步平均增长了 1.49%,技术效率平均增长了 0.68%,可以看出, GTFP 的增长主要是由技术进步贡献所导致的。2008 年和 2009 年的 GML 指数均小于 1,这意味着,这两年的 GTFP 呈现下降趋势,可能原因是金融危机导致的经济发展的总体下降。其余年份的 GML 指数均大于 1,说明其余年份的 GTFP 水平均呈现了不同程度的增长。“一带一路”沿线国家大都是发展中国家,管理水平相对较低,相对来讲技术效率的提升较为缓慢,而直接的技术进步是提升经济发展质量的主要方式。

为了进一步对比“一带一路”倡议推行前后,沿线合作国家经济高质量发展的动力变化情况,本研究将 30 个国家的 GML 指数及分解项 GTC 和 GEC 分为 2007-2012 及 2013-2016 两个时间段进行分析。具体情况如图 4.3 和图 4.4 所示。

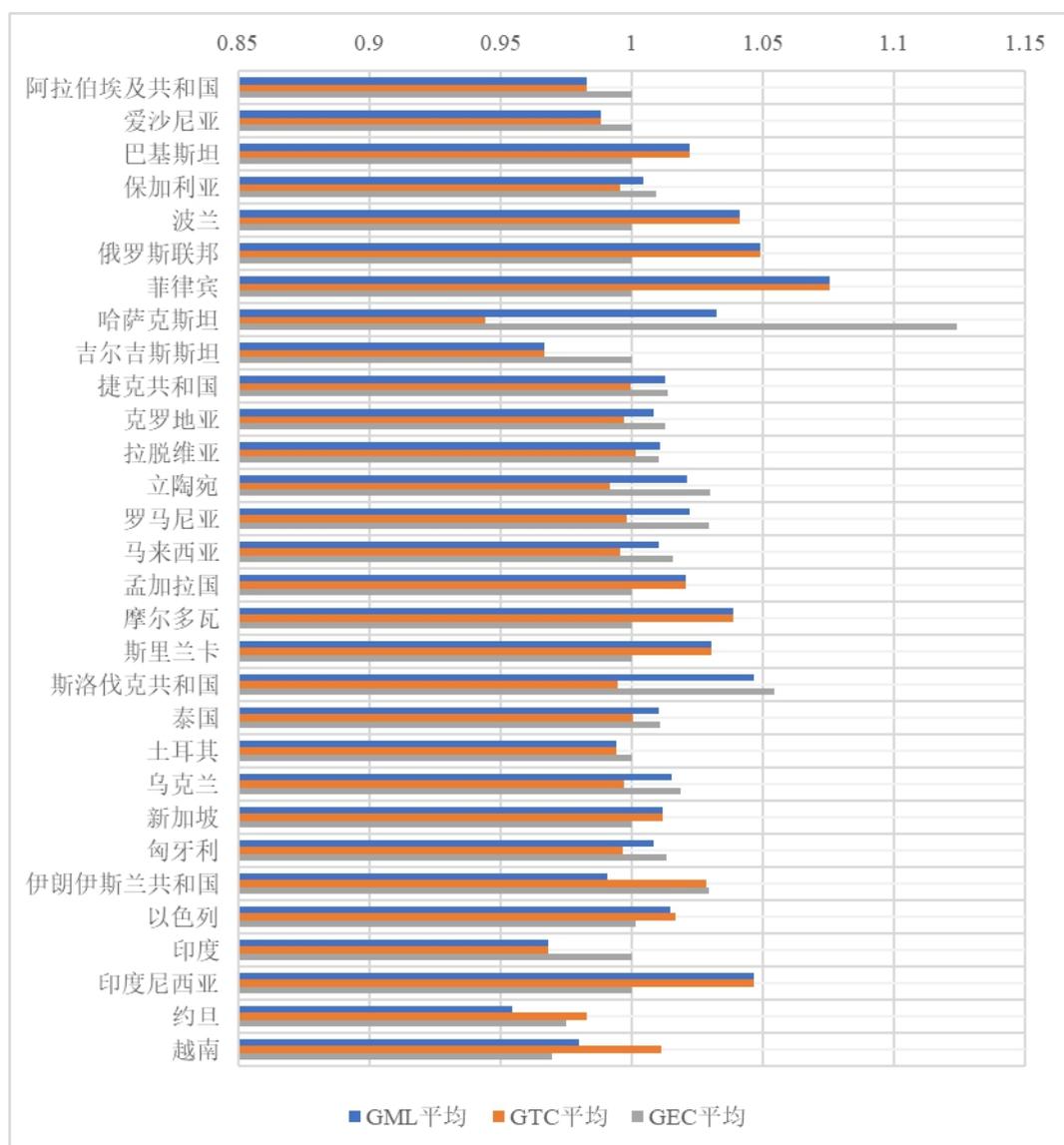


图 4.3 “一带一路”沿线国家 2007-2012 年均 GML 指数及分解项

2007 年至 2012 年间,30 个样本国家 6 年 GML 的平均增长率为 1.26%,其中 GTC 的增长为 0.63%, GEC 的增长为 1.06%。由图 4.3 可知,2007-2012 年间,有超半数国家的 GEC 增长比例超过 GTC 增长比例,这说明,在 2007 年至 2012 年间, GML 的主要增长点来自 GEC,即管理水平的提升。在该阶段,“一带一路”倡议尚未提出,“一带一路”沿线国家的对

外开放水平和合作局面尚未完全打开,经济增长较为缓慢,管理经验的增加和效率的提升是经济发展提升的主要支撑,技术进步的优势尚未体现。

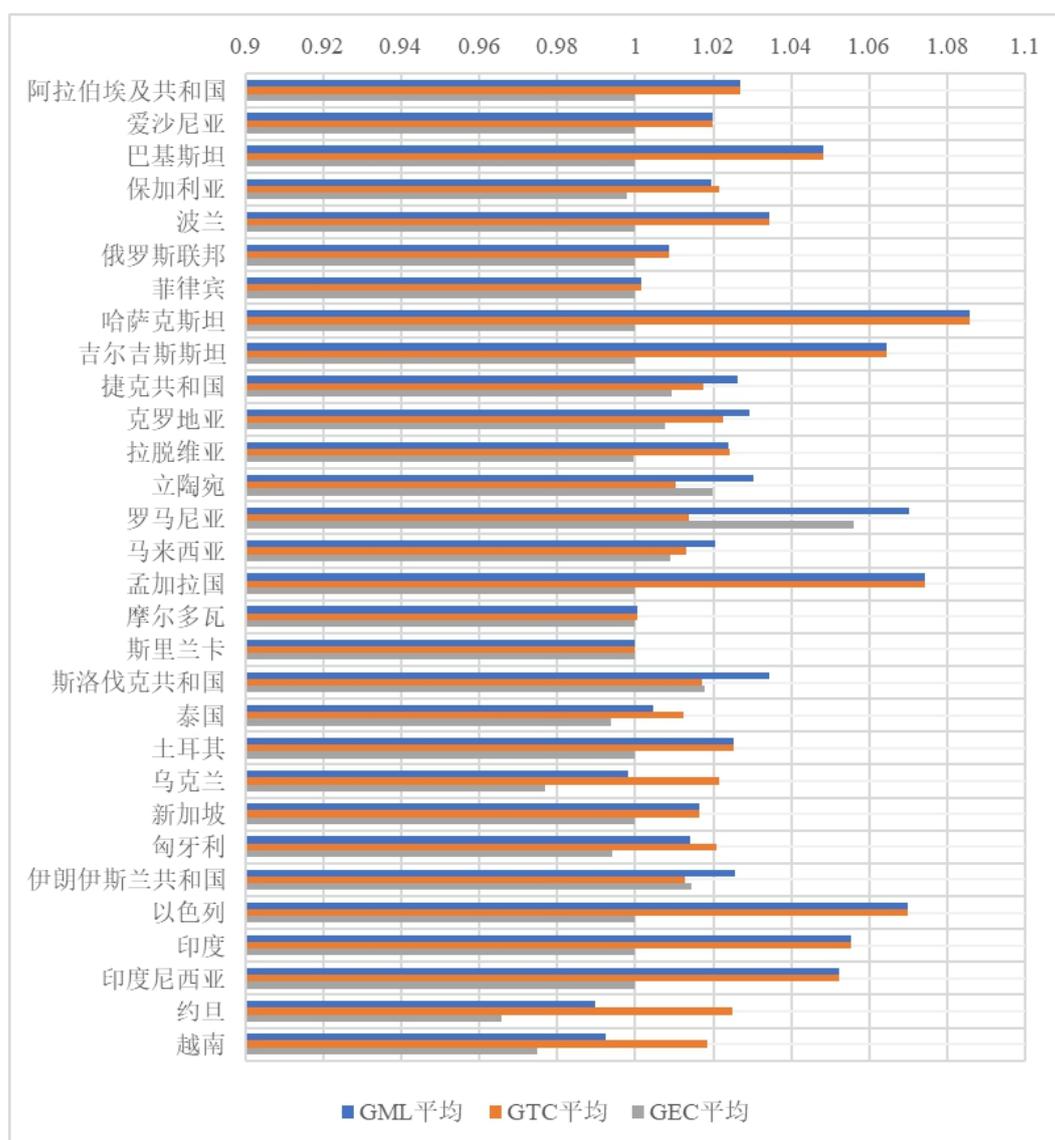


图 4.4 “一带一路”沿线国家 2013-2016 年均 GML 指数及分解项

2013 年至 2016 年间, 30 个样本国家 6 年 GML 的平均增长率为 2.87%, 其中 GTC 的增长为 2.78%, GEC 的增长为 0.12%。通过对比图 4.3 和图 4.4 可知, 相比 2007-2012 年, 2013-2016 年的 GML 平均增长较高, 且有超 80% 国家的 GTC 增长比例明显超过 GEC 增长比例, 成为 GML 增长的主要来源。这说明, 在 2013 年至 2016 年间, GML 得到了一定程度的增长, 同时主要增长点来自 GTC, 即技术水平的提升。这是由于“一带一路”倡议的提出, 对外开放和贸易的局面全面打开, 各国之间的经济交流和合作也日益加深, 为经济发展带来了活力, 同时, 贸易、投资等经济活动也进一步促进了技术的交流和进步, 成为了促进经济增长的主要动力。

5. 结论与政策建议

5.1 研究结论

绿色“一带一路”建设是“一带一路”建设的重要内容, 中国对“一带一路”建设的成效一直饱受争议和质疑。随着“一带一路”背景下, 全球经济合作的深入, 探索“一带一路”绿色经济

发展现状,挖掘经济增长的内在动力,对于国家的发展规划及企业决策都具有重要意义。本文通过构建非径向非角度的SBM方向性距离函数测算出“一带一路”国家的绿色全要素生产率水平,以此来代表“一带一路”国家的经济发展质量和绿色发展水平。主要结论如下:

第一,“一带一路”倡议实施后,“一带一路”沿线国家整体的绿色全要素生产率水平呈逐步上升趋势。沿线国家的经济发展质量得到了一定的提升,尤其是菲律宾、孟加拉国、土耳其、印度尼西亚、新加坡、哈萨克斯坦,俄罗斯等国实现了绿色全要素生产率水平的较大增长,但离真正的经济转型升级还存在一定差距。

第二,整体来讲,2006-2016年间,“一带一路”沿线国家的绿色全要素生产率、技术进步、技术效率平均增长率分别为1.91%、1.49%和0.68%。“一带一路”国家绿色发展的主要动力来自于技术进步,技术效率的提升对绿色发展的贡献较小。

第三,“一带一路”倡议实施后,即2013年后,沿线国家的绿色经济增长动力由原来依靠GEC(技术效率)的提升转为依赖GTC(技术进步)的提升。同时,年均GTFP增长率也有原来的1.26%提升至2.87%。这说明,“一带一路”倡议是各合作国寻求共同发展的合作平台,通过对外开放和合作,“一带一路”国家的经济发展质量得到了一定的提升,发展速度也得到了提高。中国也致力于帮助“一带一路”沿线国家抓住时代机遇,共享发展结果,“中国污染论”的论调是有违事实真相的。

5.2 政策建议

通过本文的研究可以为绿色“一带一路”发展提供一定的建议。

第一,“一带一路”倡议是绿色的,是符合世界各国发展利益和需求的,各参与国要坚持开放发展,加快“五通”发展,贯彻“一带一路”倡议。

第二,技术进步是促进绿色发展最主要的动力。因此,可以从加强贸易、投资等渠道的技术溢出和技术扩散和注重自主创新两方面全面促进技术进步。一方面,沿线国家要注重对外开放贸易,通过技术溢出来获得外国的先进技术,另一方面,也要注重自主研发水平的提升,通过自主创新来实现技术进步,从而促进经济高质量发展,提升绿色全要素生产率水平。

第三,提升绿色全要素生产率水平一方面要提升技术水平,促进经济发展,另一方面也要控制排放,降低污染。因此,“一带一路”合作国要致力于推动更高质量的经济增长,优化能源结构,建立低碳高效的能源结构体系。中方应积极发展绿色金融、绿色贸易、绿色投资以及绿色技术交流,帮助“一带一路”国家建设低碳基础设施,从而实现绿色技术溢出。“一带一路”各国也应增强低碳意识,履行环保责任,积极推动国内企业的技术学习和技术进步,促进产业的转型升级,实现可持续发展。

5.3 研究局限与展望

本文的研究成果对绿色“一带一路”建设具有一定的借鉴意义,且具有一定的创新型,但也存在一定的局限。绿色全要素生产率的产出指标只包含了GDP和碳排放量,为了更合理的衡量经济发展质量,未来的研究可以综合更多的指标来衡量绿色发展水平。同时由于数据的限制,本文研究的年份比较有限,未来如果能获取更多更新的数据,有助于更深入的进行研究。

参考文献

- [1] Deng F, Wang Y, Li Z, et al. China's Technology Spillover Effects in the Countries along the Belt and Road — Evidence from 49 BRI Countries[J]. Applied Economics, 2020, 1-16.
- [2] 商务部国际贸易经济合作研究院. 中国“一带一路”贸易投资发展报告2020[R]. 北京: 中华人民共和国商务部, 2020.

- [3] 马骏, 谢孟哲. 支持“一带一路”低碳发展的绿色金融路线图[J]. 金融论坛, 2020, 25(07): 3-15.
- [4] 孙传旺, 刘希颖, 林静. 碳强度约束下中国全要素生产率测算与收敛性研究[J]. 金融研究, 2010, (06): 17-33.
- [5] 陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究, 2009, 44(04): 41-55.
- [6] Chen C, Lan Q, Gao M, et al. Green total factor productivity growth and its determinants in China's industrial economy[J]. Sustainability, 2018, 10(4): 1052.
- [7] Pittman R W. Multilateral productivity comparisons with undesirable outputs[J]. The Economic Journal, 1983, 93(372): 883-891.
- [8] Chung Y H, Färe R, Grosskopf S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997, 51(3): 229-240.
- [9] Chambers R G, Chung Y, Färe R. Benefit and distance functions[J]. Journal of economic theory, 1996, 70(2): 407-419.
- [10] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European journal of operational research, 2001, 130(3): 498-509.
- [11] Arabi B, Munisamy S, Emrouznejad A, et al. Power industry restructuring and eco-efficiency changes: A new slacks-based model in Malmquist-Luenberger Index measurement[J]. Energy Policy, 2014, 68: 132-145.
- [12] Wang Q, Su B, Zhou P, et al. Measuring total-factor CO₂ emission performance and technology gaps using a non-radial directional distance function: A modified approach[J]. Energy Economics, 2016, 56: 475-482.
- [13] A directional slacks-based measure of technical inefficiency[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2009, 43(4): 274-287.
- [14] Färe R, Grosskopf S. Directional distance functions and slacks-based measures of efficiency[J]. European journal of operational research, 2010, 200(1): 320-322.
- [15] Zhou P, Ang B W, Wang H. Energy and CO₂ emission performance in electricity generation: a non-radial directional distance function approach[J]. European journal of operational research, 2012, 221(3): 625-635.
- [16] Oh D. A global Malmquist-Luenberger productivity index[J]. Journal of productivity analysis, 2010, 34(3): 183-197.
- [17] Chung Y, Heshmati A. Measurement of environmentally sensitive productivity growth in Korean industries[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 104: 380-391.
- [18] Emrouznejad A, Yang G. CO₂ emissions reduction of Chinese light manufacturing industries: A novel RAM-based global Malmquist-Luenberger productivity index[J]. Energy Policy, 2016, 96: 397-410.
- [19] Färe R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries[J]. The American economic review, 1994: 66-83.
- [20] Zhou Y, Xu Y, Liu C, et al. The Threshold Effect of China's Financial Development on Green Total Factor Productivity[J]. Sustainability, 2019, 11(14): 3776.
- [21] Li K, Lin B. Impact of energy conservation policies on the green productivity in China's

- manufacturing sector: Evidence from a three-stage DEA model[J]. Applied energy, 2016, 168: 351-363.
- [22] Liu Z, Xin L. Has China's Belt and Road Initiative promoted its green total factor productivity?—Evidence from primary provinces along the route[J]. Energy policy, 2019, 129: 360-369.
- [23] Wang X, Sun C, Wang S, et al. Going Green or Going Away? A Spatial Empirical Examination of the Relationship between Environmental Regulations, Biased Technological Progress, and Green Total Factor Productivity[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018, 15(9): 1917.
- [24] 齐绍洲, 徐佳. 贸易开放对“一带一路”沿线国家绿色全要素生产率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(04): 134-144.

Research on Green Development Level Measurement of "One Belt And One Road" Countries

DU ShiJun

(Business School of Hunan University, Changsha, 410082)

Abstract: With the intensification of global climate problems and the need for economic transformation and upgrading, green and sustainable development have become keywords for the construction of the "One Belt And One Road". However, the international community still has many doubts about the development quality of "One Belt And One Road" construction. It is the requirement of The Times to measure the green development level of "One Belt And One Road" countries. In this paper, the Green Total Factor Productivity Index (GTFP) was established to measure the level of green development, and the SBM -- DEA model was used to measure the level of green total factor productivity of 30 countries along the "One Belt and One Road" from 2006 to 2016. Then, the global reference GML index was decomposed to identify the internal driving force of green development. The results show that: First, between 2006 and 2016, the overall level of GTFP in countries along the "One Belt and One Road" has been improved, and the level of GTFP in some countries has increased by leaps and bounds; second, green total factor productivity, technological progress, and technical efficiency are respectively With a growth rate of 1.91%, 1.49%, and 0.68%, technological progress is the main driving force to ensure the quality of economic development; third, from 2007 to 2012, the average growth rate of GTFP in the countries along the "Belt and Road" was 1.26%, while in 2013- In 2016, the GTFP level increased by an average of 2.87%, and the policy effect of the "One Belt and One Road" initiative was obvious.

Keywords: "One Belt And One Road" initiative; Green total factor productivity; Technological progress; SBM model

作者简介: 杜诗君 (1997-), 女, 湖南常德人, 硕士研究生, 研究方向为技术经济与管理。Emile: dushijun121@163.com