

新丝路经济带沿线地区水效率研究

谭 雪, 石 磊, 许 可, 马 中, 张象枢

(中国人民大学环境学院, 北京 100872)

摘 要: 新丝绸之路经济带是我国“一带一路”发展战略的重要布局内容之一, 沿线涉及中亚、南亚等多个国家和地区以及我国多个省份, 水资源短缺和水环境质量下降是这些地区当前面临的主要环境问题之一, 也是新丝路经济带建设发展面临的非传统因素之一。为此, 文章以“一带一路”规划中重点涉及的东北、西北和西南地区 12 个省份为例, 运用随机前沿分析方法 (SFA), 将人水资源拥有量、用水总量和废水排放总量等因素纳入到模型分析中, 估算这些地区从 2000~2013 年的水效率, 结果显示, 新丝路经济带沿线 12 省水效率地区差异明显, 进而提出这些省份在新丝路经济带建设中应该采取的节水减排措施, 为这些省份在新丝路经济带战略定位和发展提供参考。

关键词: 新丝路经济带; 水效率; 随机前沿分析; 地区差异

中图分类号: X196 文献标志码: A

Research of Water Efficiencies of the Provinces along the New Silk Road Economic Belt

Tan Xue, Shi Lei, Xu Ke, Ma Zhong, Zhang Xiangshu

(School of Environmental and Natural Resources, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: The New Silk Road Economic Belt is one of the most important parts of the significant strategic layout of “One Belt and One Road” in China. Some countries and regions in the central and south Asia and many provinces of China are located along the Belt and confronted with water resource shortage and water environmental quality decline as one of the main environmental problems as well as one of the non-traditional threats for construction and development of the Belt. Therefore, in this paper, 12 provinces from the northeast, northwest and southwest of China significantly involved in the planning of the Belt are taken as examples. Stochastic frontier analysis is used to integrate the indicators such as water resource per capita, total water consumption and total wastewater discharge into modeling analysis for estimation of the water efficiencies of those regions from the year of 2000 to 2013. The results show that the water efficiencies of those 12 provinces have obvious regional differences. Therefore, some measures of water conservation and wastewater discharge reduction are proposed for these provinces during construction of the Belt, providing references for the strategic orientation and development of the Belts.

Keywords: New Silk Road Economic Belt; Water Efficiency; Stochastic Frontier Analysis; Regional Difference

CLC number: X196

2013 年秋季, 习近平主席提出共建“新丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的战略构想, 得到多国积极响应。2015 年 3 月, 《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》的发布全方位阐述了“一带一路”的内涵与布局, “一带一路”战略进入到全面推进阶段。在“一带一路规划”中, 圈定“新丝绸之路经济带”重点涉及省份包括新疆、甘肃、宁夏、青海、陕西、内蒙古等西北 6 省, 辽宁、吉林、黑龙江等东北 3 省, 广西、云南、西藏等西南 3 省。“新丝路经济带”这一重大战略布局, 不仅受沿线国家地区的政治、经济、文化等传统因素决定, 还受到许多非传统因素影响, 例如水资源安全等^[1]。严峻的水环境问题和水资源匮乏已成为新丝路经济带沿线地区面临的重要环境资源问题之一, 按照联合国 WSI (Water Stress Index) 缺水线划分^[2], 陕西 (941 m^3) 已经属于水资源紧缺地区, 而宁夏 (175 m^3) 仅为极度紧缺线的 1/3; 同时, 废水排放增加、水环境污染

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项课题(2008ZX07633-02); 北京高等学校青年英才计划 (YETP0200); 中国人民大学 2014 年度拔尖创新人才培养资助计划成果基金资助

作者简介: 谭 雪 (1988-), 女, 博士研究生。研究方向: 水环境保护管理与政策相关研究。E-mail: tsnow2010@163.com

通信作者: 石 磊 (1978-), 男, 副教授、硕士生导师。研究方向: 环境经济与管理。E-mail: qdshl@126.com

等问题使得部分水资源并不紧缺的省份城市陆续出现了水质型缺水问题,同样成为了影响地区经济发展的一大阻碍。因此,充分利用有限水资源、保护水环境、提高用水效率是促进新丝绸之路经济带发展的重要举措。

对于新丝绸之路经济带的研究主要集中于沿线国家的战略布局、政策选择和商贸发展等领域。管理要从“一带一路”的思想和战略角度提出我国经济发展和对外贸易转型的着力点和切入点,提出积极推进与周边国家的经济、资源等合作^[3]。庞昌伟等^[4]分析了中国-中亚陆路油气走廊、中国-俄罗斯气管线及新丝绸之路经济带沿线国家能源发展的进程方向、重点内容等。Abudureyimu 等^[5]指出新丝绸之路经济带重点是生态安全、经济增长、教育、能源开发、金融合作、新技术和旅游开发,应积极发挥新疆在能源丰富和地理位置的优势。任秀芳等^[6]运用主成分分析法和马尔科夫链分析法对 2000~2010 年中国新丝绸之路经济带沿线 27 个城市的经济演变进行分析,并指出这些城市在 10 年内经济保持原来状态,但空前差异显著。Mackerras^[7]从政治、经济、宗教等角度分析了中国新疆在中国整体外交中的作用和在新丝绸之路经济带中的作用。“新丝绸之路经济带”的现有研究中,对于环境领域关注较少,鲜有专注于沿线地区的水资源和环境问题,且多数研究采用定性分析的方法,较少采用定量分析。本文针对中国新丝绸之路经济带沿线省份水环境和资源问题进行分析,运用 SFA 方法对 2000~2013 年新丝绸之路沿线 12 省的水效率(WE)进行估算,探讨我国新丝绸之路经济带建设的水环境保护和治理策略。

1 方法与数据

1.1 数据选取

选取 2000~2013 年中国“新丝绸之路经济带”重点涉及省份(西北地区、东北地区和西南地区) 12 个省的面板数据,其中所涉及经济数据均已折算成 2000 年价格,并对所有数据进行单位根检验和协整检验,验证变量数据是平稳的,可以进行实证分析。原始数据取自于 2001~2014 年《中国统计年鉴》和省级层面的统计年鉴,部分省份 2013 年数据来源于《国民经济和社会发展统计公报》和《水资源公报》。

指标选取包括:“地方生产总值(Y)”用来表征经济发展水平;“地区年末总人口数(L)”用来表征人力投入;“资本存量(K)”代表经济生产中的资本投入,该指标数据通过会计核算的永续盘存法^[8]计算得到;“人均水资源量(W_r)”以表征地区水资源禀赋状况;“用水总量(W_u)”用以表征地区经济生产所使用的水资源投入,这两个指标都表示环境有益投入;“废水排放总量(W_z)”用以表征地区经济生产的有害投入。样本的经济水平、人口规模、资本存量、水资源禀赋、用水量和排水量的地区差异显著,描述性统计结果见表 1。

表 1 描述性统计结果

指标	数量	最小值	最大值	均值	标准差
地方生产总值(Y)	168	118	27078	5122	5084
地区年末总人口数(L)	168	260	4889	2685	1519
资本存量(K)	168	174	322000	8744	41414
人均水资源量(W_r)	168	104	187000	16248	44116
用水总量(W_u)	168	5	590	169	136
废水排放总量(W_z)	168	352	345000	92499	74737

1.2 研究方法

随机前沿分析通过估计现实情况与最优前沿面的差距,以两者之间的比值来界定现实情况的有效率及其效率规模。许多学者研究表明,SFA 方法能够将随机因素纳入到模型中,使得估算结果偏离值尽可能符合现实观测值,并且适用于能源效率、环境效率等领域中的技术效率分析。^[9-11]基于其他学者对环境效率和能源效率的界定,本文提出将水要素纳入到生产的技术效率估算

中,并且分为有益投入与有害投入。有益投入包括人均水资源量和用水总量,有益要素投入越少,说明资源节约利用效果越好,表明水效率越高;有害投入包括废水排放量,有害要素投入越少,对环境的影响越小,表明水效率越高。本文界定水效率(WE)是指在一定的技术水平条件下,当普通产出(资本、劳动力等)和产出保持不变,可以实现的最小化水环境要素(W_t ,包括有益投入、有害投入)与当前的有害投入之间的比率。

构建超对数生产函数模型如下:

$$Y_t = f(L_t, K_t, W_{rt}, W_{ut}, W_{zt}; \beta_i) e^{V_t - U_t} \quad (t=1,2,\dots; i=1,2,\dots) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \ln Y_t = & \beta_0 + \beta_1 \ln L_t + \beta_2 \ln K_t + \beta_3 \ln W_{rt} + \beta_4 \ln W_{ut} + \beta_5 \ln W_{zt} \\ & + 0.5(\beta_6 \ln L_t \ln K_t + \beta_7 \ln L_t \ln W_{rt} + \beta_8 \ln L_t \ln W_{ut} + \beta_9 \ln L_t \ln W_{zt} + \beta_{10} \ln K_t \ln W_{rt}) \\ & + 0.5(\beta_6 \ln L_t \ln K_t + \beta_7 \ln L_t \ln W_{rt} + \beta_8 \ln L_t \ln W_{ut} + \beta_9 \ln L_t \ln W_{zt} + \beta_{10} \ln K_t \ln W_{rt}) \\ & + 0.5\beta_{16}(\ln L_t)^2 + 0.5\beta_{17}(\ln K_t)^2 + 0.5\beta_{18}(\ln W_{rt})^2 + 0.5\beta_{19}(\ln W_{ut})^2 + 0.5\beta_{20}(\ln W_{zt})^2 \end{aligned} \quad (2)$$

其中, Y_t 表示某省在 t 期的产出量, β 是待估参数向量。 V_t 是随机误差,独立于 U_t ,且 $V_t \sim N(0, \sigma^2_v)$; U_t 表示无效率状态,且 $U_t \sim N(\mu_t, \sigma^2)$ 。为了更准确定位 U_t ,可以表示为: $U_t = \beta(t) \times \mu$,并且 $\beta(t) = \exp[-\eta \times (t-T)]$, T 为变量数量。 η 为待估参数,只要 η 不为0,就能判定技术无效率是随时间改变的。构建形如公式(2)的超对数生产函数,运用 frontier4.1 软件对公式(2)进行拟合分析。

2 结果分析

2.1 模型结果

SFA模型的估计结果见表2,显著性水平普遍较好,均不大于10%,说明变量选择具有一定的解释力。研究经验表明,方差参数 $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2$ 是否显著,可以推断出成本无效率项对产出是否具有显著的影响。 $0 < \gamma < 1$ 的,当 γ 趋近于1时,说明效率偏差主要由无效率变量决定;当 γ 趋近于0时,说明效率偏差主要由随机误差决定。 $\gamma = 0.21$,表明新丝路经济带沿线省份的水效率估算偏差主要是由于随机误差决定。

表2 模型估计结果

变量	系数	T 值	变量	系数	T 值
C	0.80	3.87**	$\ln K * \ln W_z$	-1.39	-7.82**
$\ln L$	1.80	1.66*	$\ln W_r * \ln W_u$	-0.09	-1.12*
$\ln K$	0.73	1.00**	$\ln W_r * \ln W_z$	-0.37	-3.33**
$\ln W_r$	-5.18	-4.00*	$\ln W_u * \ln W_z$	-0.02	-1.51*
$\ln W_u$	0.95	1.09**	$(\ln L)^2$	-1.48	-3.18**
$\ln W_z$	-7.34	-2.71**	$(\ln W_r)^2$	1.29	5.07**
$\ln L * \ln W_r$	0.91	1.83**	$(\ln W_u)^2$	-0.08	-1.38*
$\ln L * \ln W_u$	1.47	2.95**	$(\ln W_z)^2$	-0.08	-3.92**
$\ln L * \ln W_z$	-0.40	-3.22*	$(\ln K)^2$	0.13	0.74*
$\ln L * \ln K$	1.40	9.05***	σ^2	0.13	6.97**
$\ln K * \ln W_r$	-2.38	-6.54*	γ	0.21	0.69*
$\ln K * \ln W_u$	0.99	4.95*	η	0.21	3.66**
Log likelihood				-175.15	

注: *、**和***分别表示在1%、5%、10%的显著性水平下显著。

变量 $\ln L$ 、 $\ln K$ 、 $\ln W_r$ 、 $\ln W_u$ 的参数符号为正,表明人力投入、资本投入、水资源禀赋、水资源利用对经济产出的影响是正相关的,而变量 $\ln W_z$ 、 $(\ln W_z)^2$ 的参数符号为负,表明废水排放相关变量与经济产出变量呈负相关性,符合现实情况,结果表明变量选择和方法运用比较符合实际。

2.2 省级水效率分析

估算新丝路经济带 12 省的水效率，可以看出历年水效率的平均值一直在递增，平均值从 2000 年的 0.74 上升至 2013 年的 0.93，且地区差异有所减小，见图 1。

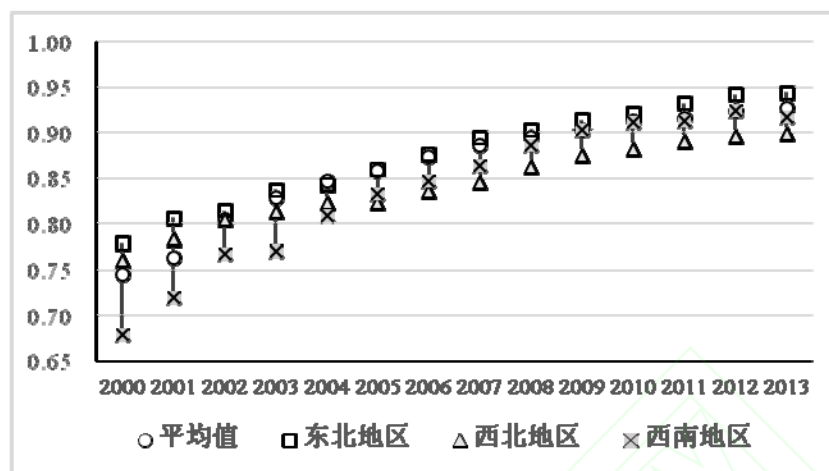


图 1 历年水效率发展趋势

从时间序列来看，东北地区水效率一直保持较好水平，平均水效率从 0.78 上升至 0.94；西南地区平均效率起点最低，但是增速最快，在 2005 年超过西北地区的平均水效率，平均水效率从 0.68 上升至 0.92；西北地区水效率增速较慢，平均水效率 0.76 上升到 0.90。这可能是由于早期尽管西南地区人均水资源量拥有大，但是经济产出在这些地区中却偏低，没有发挥水资源禀赋的巨大优势；而东北地区人均水资源量远低于西南地区，但是经济发展程度相对较高，一定程度上反映出依靠有限水资源发展经济的高环境效率；但是西北地区多数位于干旱缺水地区，水资源短缺和水污染问题成为制约当地经济发展的重要因素。

从地区分布来看，2013 年水效率最高的前三位依次是内蒙古、黑龙江、辽宁，最低的省份前 3 位依次是云南、甘肃、新疆。从地域分布上，东北地区水效率处于较优水平，而西北地区除了西藏水效率较优以外，普遍水效率较低，见图 2。

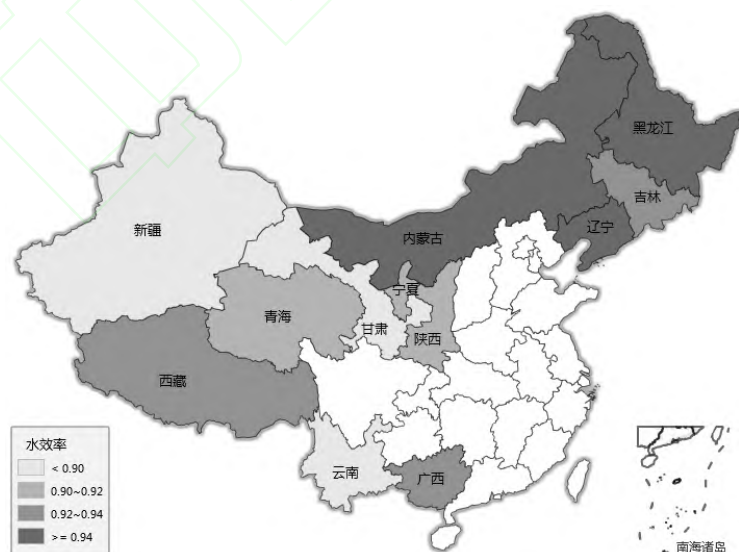


图 2 2013 年新丝路经济带省份水效率分布图

3 讨论

基于 SFA 分析结果,新丝路经济带沿线省份应当立足于现实水环境质量状况、水资源利用和废水排放情况,考虑在新丝路经济带中的可持续发展与环保的重点领域。东北部地区水环境效率较好,应坚持水环境无退化原则布局经济产业结构发展,并争取进一步提升用水和排水效率;西南地区水资源禀赋充裕,人均水资源量较多,水环境保护工作的重点在于防治水污染,严格控制并减少废水排放,改善水质环境;西北干旱地区,因水资源禀赋较少,且水环境容量较小,既要节约用水,注重水资源的使用效率和循环利用效率的提升,积极发展节水农业和生态农业,又要减少废水排放,注重加强废水排放的控制和监管,加强污水治理的力度,重点改善水环境质量。

新丝路经济带沿线地区的生态环境比较脆弱,水资源环境问题是这些国家和地区共同面临的难题。这些国家和地区绝大多数仍处于工业化进程中,水资源消耗和废水排放量依旧巨大,城镇化进程和社会经济活动更是加剧了水资源环境问题。因此,我国应充分利用新丝路经济带战略布局与建设的良好机会,积极开展与周边地区关于生态环保领域的合作,共同探讨解决水资源短缺和水环境污染问题的有效途径,共同推进节水减排、发展节水灌溉、研发污染物治理、引进先进技术等方面,建立友好共建、互通有无的协调发展机制和多边协商沟通机制,共同开发和保护水资源环境。

4 结论

结合前文分析,可以得出以下结论:

1. 2000~2013 年,新丝路经济带重点涉及的 12 个省份的水效率水平均有所提升,平均省级水效率从 0.74 上升到 0.93,且随着时间推移地区差异逐渐缩小。
2. 东北地区的不同平均水效率均优于西北地区和西南地区,但是西南地区水效率增速较快,西北地区水效率增速较慢,水效率水平较低。
3. 基于省级水效率估算结果,不同效率的省份应选择不同的发展结构,采用不同的节水措施或治理手段,发挥在新丝路经济带中的重要作用。

参考文献

- [1] 张 洁.中国周边安全形势评估报告(2015):“一带一路”与周边战略[M].北京:社会科学文献出版社,2015
- [2] UN Water. Water, a shared responsibility: the United Nations world water development report 2[R]. UNESCO: World Water Assessment Programme, UN-WATER/WWAP/2006/3, 2006.
- [3] 管理要.“一带一路”思路下对经济转型模式的思考[J]. 企业改革与管理,2014,23:14-15.
- [4] 庞昌伟.能源合作:“丝绸之路经济带”战略的突破口[J]. 新疆师范大学学报:哲学社会科学版,2014(02):11-18.
- [5] Abudureyimu A, Han Q. Clean energy development of silk road economic belt in Xinjiang[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 521:846-849.
- [6] 任秀芳,张仲伍,史雅洁,等. 2001-2010 年“新丝绸之路”经济带中国段城市经济时空演变[J].中国沙漠,2015(01):248-252.
- [7] Mackerras C. Xinjiang in China's foreign relations: part of a new silk road or central Asian zone of conflict?[J]. East Asia, 2015, 32(1):25-42.
- [8] 张 军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952-2000[J]. 经济研究. 2004,10:35-44.
- [9] Reinhard S, Knox L C A, Thijssen G J . Environmental efficiency with multiple environmentally detrimental variables; estimated with SFA and DEA[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 121(2):287-303.

- [10] Lin B, Long H. A stochastic frontier analysis of energy efficiency of China's chemical industry[J]. Journal of Cleaner Production, 2015, 87:235-244.
- [11] 谭 雪,杨 喆,黄泉泉,等.用水和排水视角下中国环境效率分析[J].干旱区资源与环境,2015,04:131-136.



