

“一带一路”国家农业生产特征及对我国农业科技合作的启示

朱永彬^{1,2}, 史雅娟³

¹中国科学院科技战略咨询研究院, 北京

²中国科学院大学公共政策与管理学院, 北京

³北京城市学院首都城市环境建设研究基地, 北京

收稿日期: 2023年12月24日; 录用日期: 2024年1月22日; 发布日期: 2024年1月29日

摘要

在“一带一路”农业对外合作框架下, 基于108个带路国家2002~2019年的农业数据, 利用超越对数生产函数随机前沿模型分析了带路国家要素产出弹性、技术进步贡献和技术效率水平等农业生产特征。研究发现, 带路国家在要素驱动方面存在较大差异, 且表现出两极分化特征: 非洲地区劳动要素驱动特征明显, 化肥投入和粮食产量均较低; 欧洲发达国家以及南非、俄罗斯和沙特等国以化肥要素驱动为主, 劳动生产率较高。大部分带路国家的化肥产出弹性为正, 提高化肥施用量对提高粮食产量具有积极作用; 劳动弹性系数普遍偏低, 劳动要素投入对粮食产量的促进作用不及化肥投入。除俄罗斯等国以外, 农业技术进步对促进粮食产量提高起主导作用, 欧洲、东南亚和中南美洲地区的技术效率较高, 而除埃及以外的非洲其他地区技术效率普遍较低。

关键词

农业合作, 生产类型, 要素弹性, 技术进步, 技术效率

Agricultural Production Features of the “Belt and Road” Countries and Its Enlightenment to China’s Agricultural Foreign Cooperation

Yongbin Zhu^{1,2}, Yajuan Shi³

¹Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing

²School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing

³Capital Urban Environment Research Base, Beijing City University, Beijing

Received: Dec. 24th, 2023; accepted: Jan. 22nd, 2024; published: Jan. 29th, 2024

Abstract

Under the framework of the “Belt and Road” agricultural foreign cooperation, this paper used the agricultural data of 108 “Belt and Road” countries during 2002~2019, and the logarithmic production function stochastic frontier model, to study the agricultural production features, e.g., the factors output elasticity, technology progress contribution and technical efficiency level. The study found that the “Belt and Road” countries differed greatly in terms of driving factors which showed a polarizing trend: the driving force of labor factors in Africa are obvious, whose fertilizer input and grain output are both low; developed European countries and countries such as South Africa, Russia and Saudi Arabia are driven mainly by fertilizer factor, whose labor productivity is high. The output elasticity of fertilizer is positive in most “Belt and Road” countries, indicating that the increasing use of fertilizer has a positive effect on grain output; the elasticity of labor is generally low, which means that the effect of labor on promoting grain output is less than that of fertilizer. Except for countries as Russia, the technology progress plays a leading role in promoting the agricultural production. The technical efficiency is relatively high for the Europe, Southeast Asia, and Central and Southern America, while that for African countries except South Africa is generally low.

Keywords

Agricultural Cooperation, Production Type, Factor Elasticity, Technology Progress, Technological Efficiency

Copyright © 2024 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

“一带一路”倡议是中国为区域经济发展所提供的正外溢制度公共品, 是对构建世界利益共同体、责任共同体和命运共同体的重要贡献[1]。截至 2023 年 10 月, 已有 152 个国家与我国签署共建“一带一路”合作文件, 加入“一带一路”国家的数量占比为 77%, 国家面积和人口数量占比为 65%。这些国家以欠发达的中低收入国家为主(占比 75%), 农业发展是沿线国家国民经济发展的重要基础, 沿线大部分国家对解决饥饿和贫困问题、保障粮食安全与营养的愿望强烈, 开展农业合作是沿线国家的共同诉求。中国自改革开放以来, 农业发展取得了巨大成就, 农业生产率稳步提高, 农业增长方式逐步由要素驱动转向科技创新驱动。2022 年, 我国农业科技进步贡献率已经提高到 62.4% 的水平。因此, 在“一带一路”倡议下, 加强农业国际合作、分享中国经验, 成为沿线国家共建利益共同体和命运共同体的最佳结合点之一。

农业对外合作一直是我国与其他国家开展国际合作的重要组成部分, 合作方式从农产品贸易到农业科技与人才合作, 再到农业基础设施与农业产业链对接, 合作紧密度不断深化。为推动农业“走出去”, 我国先后设计了农业技术示范中心、境外农业合作示范区、农业产业园等多种合作模式。截至 2023 年 9 月, 我国已经与 80 多个共建“一带一路”国家和国际组织签署农渔业合作协议, 开展农业投资合作项目 650 余个, 投资设立了 800 多家农业企业, 覆盖 90 个国家, 投资存量达 140 亿美元, 一批海外农业园区、跨国科研项目扎实推进。但是, 由于“一带一路”沿线国家在农业基础资源条件、发展阶段、生产方式

和文化等方面存在巨大差异,我国农业对外合作仍然存在很多问题,尤其是我国对外农业科技供给与所在国需求存在错位。因此,在开展农业对外合作时,应加强对所在国农业生产特征的研判。

2. 文献回顾

近年来,很多学者围绕中国与“一带一路”国家农业合作展开了全方位探讨。由于我国与东盟、中亚和非洲的农业联系最为紧密,因此这些地区成为众多学者的关注焦点。陈祥新等[2]和王永春等[3]围绕中国-东盟农业合作,从农业投资、农产品贸易、农业人力资源合作、农业科技合作等方面全面系统梳理了中国与东盟的农业合作现状、发展历程及趋势展望,提出了针对不同国别不同农产品的合作重点和方向,以及针对当前合作中面临问题的相关政策建议。

在农产品贸易方面,贾伟等[4]对中国各省份与东盟国家农产品贸易增长影响因素进行研究,深入剖析了影响中国与东盟之间农产品贸易合作的关键因素;殷磊磊等[5]对比分析了我国与东盟农产品贸易成本的国别差异,并对影响我国与东盟农产品贸易成本变动的诸多因素进行实证研究,从基础设施、关税水平、非关税壁垒和地理距离等方面分析了其对贸易成本的影响程度;石先进[1]深入分析了中亚五国农业生产条件及与中国农产品进出口贸易情况,据此提出了农业产能合作的路径。

在农业投资合作方面,谭砚文等[6]全面分析了中国投资东盟农业的各种风险,利用墨盒综合评判法进行综合评价后,给出了农业投资的国别优先序;王丹等[7]重点分析了东盟主要国家的政治环境与市场风险,深入探讨了中国投资东盟农业领域面临的主要风险及解决途径;姜晔等[8]进一步对中国与东盟农业投资合作的特点和趋势进行了分析,并从战略对接、产业合作、平台搭建和政策支持等方面提出加强合作的建议;杨光等[9]以2017年我国境外设立的848家农业企业为例,总结分析了我国农业对外投资的现状和成效,归纳出我国农业对外投资的特点,同时提出了在“一带一路”倡议框架下推进农业对外投资的相关建议。

在农业技术合作方面,朱月季等[10]总结了中国与东盟农业技术合作的动机、历程与现状,从双方合作的主导力量视角归纳双边技术合作过程中的合作模式,深入分析中国与东盟国家现有农业技术合作模式存在的问题,并提出了中国与东盟国家加强农业技术合作的对策建议;关昕等[11]在实地调研基础上总结了国内科研单位在项目合作、人才交流以及科技示范平台建设方面的成效,并对农业科技合作过程中的制约因素进行分析,提出相应解决对策。

近年来,随着“一带一路”农业合作的深入以及世界局势动荡引发人们对全球粮食危机的担忧,学术界愈加关注“一带一路”框架下的农业合作,相关研究领域延伸在农业合作的国际政治经济学分析[12]、农业合作网络模式与科技创新绩效[13]、全球粮食供应链安全[14]以及农产品贸易引发的水资源压力效应[15]等。研究对象也从大豆[16]、蔬菜[17]等特定农产品扩展至粮机[18]、农机[19]等生产资料,乃至公共服务供给[20]等领域。

综上所述,现有研究大多针对特定国家或地区,围绕经贸、投资、科技与产业等维度,分析了我国农业对外合作的现状、存在问题、影响因素,并提出相关对策建议。但由于国别差异和领域多样,缺少对“一带一路”国家农业生产特征的全面系统研究,难以全景式描绘出我国与共建“一带一路”国家农业合作的潜力和方向。为此,本文拟从农业生产特征的视角,分析“一带一路”国家在农业生产要素弹性、技术进步贡献和生产效率上的差异,由此根据所在国农业生产特征选择农业合作方向,为农业企业成功“走出去”提供参考。

3. 模型构建

传统农业是以劳动力投入为主的劳动密集型产业,通过多年农业体制改革和转型升级之后,我国农业生产先后经历机械化、化学化进入科技创新驱动的现代农业阶段,不同农业生产要素对农业产出的贡

献发生了很大变化。同样, 对于处于不同发展阶段的“一带一路”沿线国家而言, 其农业生产方式和要素贡献特征各不相同, 我国在与其进行农业合作, 尤其是农业科技合作时, 要因制宜选取适应当地农业生产特征的农业技术, 才能实现合作双赢。因此, 本文重点关注各国农业生产的要素驱动特征和技术进步贡献率情况。

关于农业生产要素和技术贡献率的测算, 已有研究普遍采用生产函数进行估计。其中, C-D 生产函数经济意义明确且形式简单, 得到学界广泛应用[21][22][23][24][25]。除此之外, 农经界在生产函数形式选择上还做了其他探索[24][26][27][28], 其中, 超越对数生产函数作为抽象生产函数的二阶泰勒展开式, 可视为任何形式生产函数的近似[29], 更具有形式一般性, 无需预先假设生产函数形式, 适用于本文对不同农业国家的研究, 其函数设定为:

$$\ln Y = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \sum_{i=1}^2 (\beta_{i0} + \beta_{i1} t) \ln X_i + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \gamma_{ij} \ln X_i \ln X_j + u \quad (1)$$

式中, Y 表示单位面积粮食产量, X 为农业投入要素, 限于数据可得性本文仅考虑单位面积劳动力和化肥投入, t 为反映技术变化的时间变量。 α , β , γ 为待估参数, 且 $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$, u 为误差项。在超越对数生产函数中, 要素 X_i 的产出弹性为:

$$\rho_i = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X_i} = (\beta_{i0} + \beta_{i1} t) + \sum_{j=1}^2 \gamma_{ij} \ln X_j \quad (2)$$

区别于传统 C-D 生产函数的固定弹性值, 超越对数生产函数各要素的弹性由两部分组成: 随时间变动的部分和随要素投入量变动的部分, 分别表示要素偏性技术进步作用和要素投入之间的交互作用。同时可以得到技术进步率的计算公式为:

$$v_i = \frac{\partial \ln Y}{\partial t} = (\alpha_1 + \alpha_2 t) + \sum_{i=1}^2 \beta_{i1} \ln X_i \quad (3)$$

本文用于参数估计的数据来自世界银行数据库, 通过数据筛选, 去除缺失数据和异常数据, 最终得到 108 个国家 18 年(2002~2019)共 1585 个样本, 为非平衡面板数据。基于该面板数据采用超越对数随机前沿模型进行估计, 计算过程由随机前沿统计软件 Frontier4.1 实现。

4. “一带一路”国家农业生产特征

“一带一路”倡议发起以来, 不仅得到了沿线国家的积极响应, 也受到了很多内陆腹地国家的欢迎, 从与我国签署“一带一路”合作文件的国家来看, 其辐射范围已经远远超过了“一带一路”的核心范畴, 成为各国与中国加强交流合作的平台框架。由于覆盖面广, 各国在农业资源禀赋、生产条件等各方面存在巨大差别。本文主要关注各国农业生产的投入产出特征, 而有关各东道国详细的农业国情信息可在政府部门或研究机构的相关报告中获得。

4.1. 农业投入产出分类特征

根据 108 个带路国家粮食产量、劳动力投入和化肥投入量, 将每个指标划分为高中低三挡, 由此组合为 22 种类型(图 1)。以类型“HLM”为例, 表示归属于该类的国家以较低的劳动力和中等水平的化肥投入生产出较高的粮食产量。从图 1 可以看出, 以红色系表征的高产出国家零星分布在我国周边东南方向的韩国、乌兹别克斯坦、孟加拉国、越南、印尼等国, 大洋洲的新西兰, 中东北非的埃及、阿曼、沙特, 南美洲的智利、圭亚那和乌拉圭, 以及欧洲的奥地利、意大利、阿尔巴尼亚、希腊等国。以黄色系表征的农业中等产出国家主要分布在中东大部分地区、东南亚、东欧、非洲东西两岸的部分地区以及南

美洲; 而以绿色系表征的农业低产出国家主要分布在非洲地区以及蒙古和哈萨克斯坦等国。

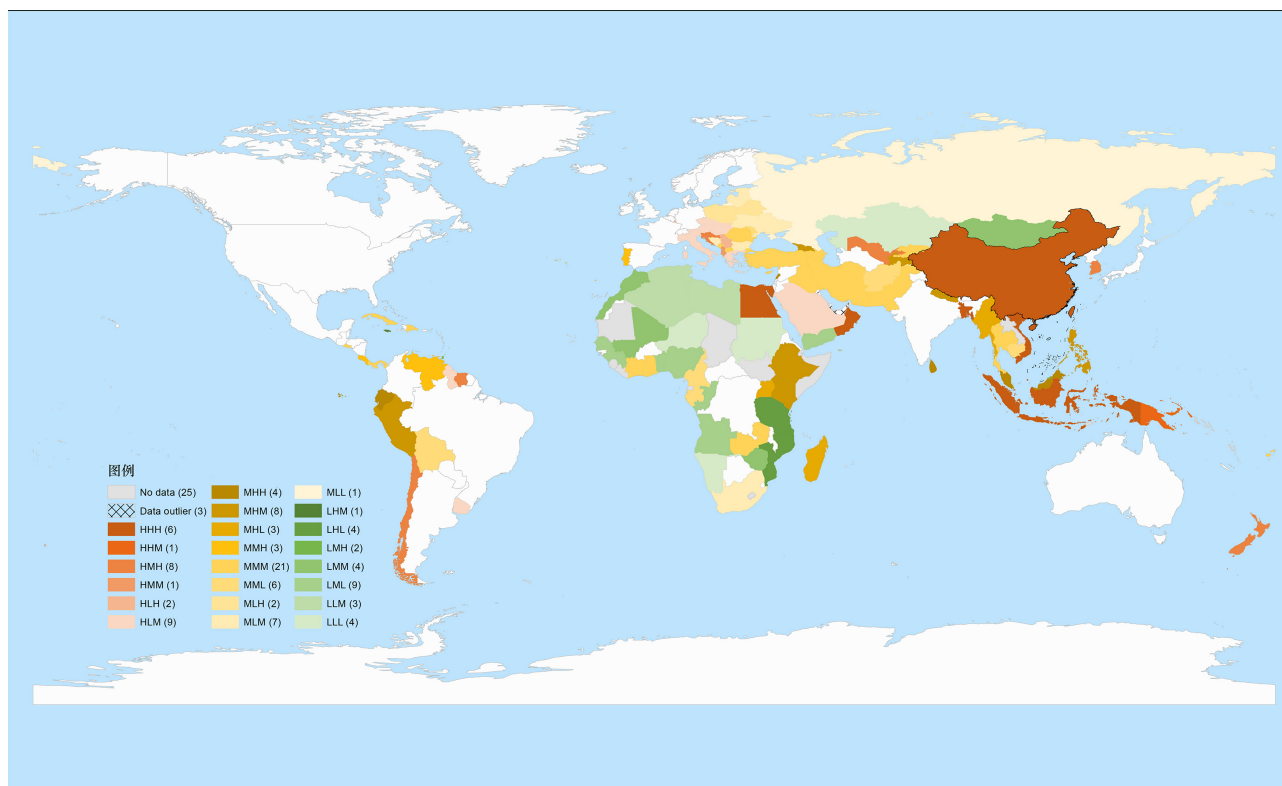


Figure 1. Type of agricultural production of the “Belt and Road” countries
图 1. “一带一路”国家农业生产类型图

从具体的类型归属情况来看, MMM 类型所属国家最多, 覆盖 21 个国家, 是最为常见的农业生产类型; HHH 和 LLL 类型的国家分别有 6 个和 4 个, 前者为高投入高产出国家, 包括中国和孟加拉国、越南、印尼等东南亚国家; 后者为低投入低产出国家, 主要有尼日尔、纳米比亚、苏丹和哈萨克斯坦。HLM 和 HLH 两种类型国家, 均以较低的劳动力投入生产出较高的粮食产量, 主要包括意大利、奥地利、希腊、卢森堡等欧洲发达国家和乌拉圭、圭亚那等拉美国家以及沙特, 这些国家化肥投入量较高, 表明化肥投入可以实现较高的劳动生产率。但是反之, 归属 LML、MML、LHL、MHL、MLL 等类型的国家化肥投入强度较低, 同时粮食产量也较低, 反映出低强度化肥投入难以实现高水平粮食产出, 即使投入较高的劳动力, 这些国家主要是一些非洲国家以及缅甸、柬埔寨等不发达的东南亚国家和俄罗斯。

此外, LHM、LMH、LMM 和 MHH 四类国家均以较高的投入强度实现较低的粮食产量, 农业投入产出效率较低, 主要为牙买加、厄瓜多尔等拉美国家, 津巴布韦、马里、摩洛哥等非洲国家, 以及文莱、斯里兰卡、马来西亚等东南亚国家和蒙古。归属 MLH 和 MLM 类型的国家均位于欧洲, 其农业劳动力投入较少, 但凭借较高的化肥投入实现了中等水平的粮食产出。其他隶属于 HMH、MHM、HHM、HMM、MMH 等类型的国家以农业大国为主, 包括新西兰、韩国、阿尔巴尼亚、智利、埃塞俄比亚、肯尼亚、菲律宾等, 这些国家非常重视农业生产要素的投入, 并且实现了中等水平以上的粮食产出。

进一步地, 我们以劳动生产率和化肥生产率为横、纵坐标绘制散点图(图 2), 由此更直观地反映不同国家的要素驱动特征。从图 2 可以看出, “一带一路”国家在要素驱动方面存在巨大差异: 沿纵轴分布的国家, 其单位化肥投入的粮食产量较高, 以劳动要素驱动的特征明显, 如乌干达(UGA)、尼日尔(NER)、

马达加斯加(MDG)、几内亚(GIN)、刚果(COG)等, 这些国家主要位于非洲地区, 农业劳动力丰富, 化肥投入低, 农业生产方式较为原始, 粮食产量处于中下水平。

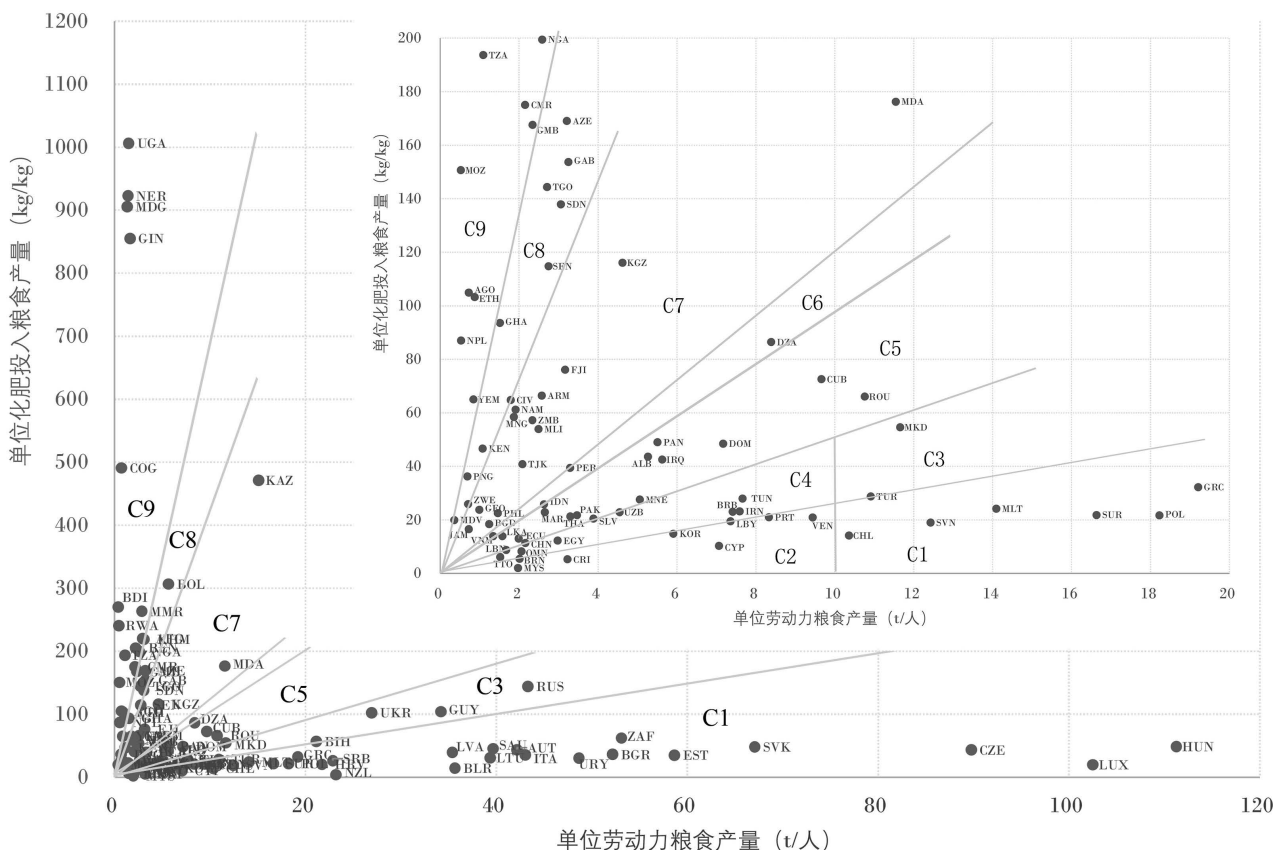


Figure 2. Scatter plot of agricultural productivity for different factors (labor, fertilizer) of the “Belt and Road” countries (C1~C9 in the figure are the country groups for subsequent grouping regression)

图 2. “一带一路” 国家不同要素(劳动力、化肥)农业生产率散点图(图中 C1~C9 为后续进行分组回归的国家组别)

沿横轴分布的国家, 其劳动生产率较高, 以化肥要素驱动的特征明显, 如匈牙利、卢森堡、捷克、斯洛伐克、爱沙尼亚、保加利亚、意大利、奥地利等欧洲发达国家, 农业现代化水平较高; 此外, 南非、俄罗斯和沙特等国的劳动生产率也较高。与其他非洲国家不同, 南非农业比较发达, 现代化程度高, 农业生产以农场主经营的发达大农场为主, 贡献了农业总产值的 90% 以上, 生产率高居非洲之首; 俄罗斯拥有得天独厚的自然条件和黑土地资源, 土地平坦、肥沃、规模大, 非常适合于机械化作业; 沙特的土壤和气候条件虽然对农业极为不利, 但依靠雄厚的农业资金投入、修建农业工程设施、补贴生产资料、引进先进技术等手段, 推动了农业产量大幅增加。

4.2. 农业要素弹性特征

为计算各国不同农业投入要素的产出弹性, 首先需要估计出式(1)中的各项参数, 再利用式(2)计算得到劳动和化肥投入的弹性值。通过前述分析可以发现, 各国农业投入产出的差异非常大, 特别是图 2 中反映出的两极分化的要素驱动特征, 因此分组回归更能反映出不同类型国家的真实要素弹性情况。本研究将图 2 散点图划分为 6 个等分区间, 并结合分组回归结果进行探索性分析与调整, 最终确定为 9 组(见图 2), 各组回归结果的统计显著性均较高(表 1)。

Table 1. Grouping regression results of agricultural production function in “Belt and Road” countries
表 1. “一带一路”国家农业生产函数分组回归结果

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9
alp_0	9.968***	6.313*	11.519***	7.052***	13.173***	5.587***	9.110***	7.377***	8.000***
(t)	0.003	0.540***	0.040	0.082**	0.103*	-0.032	0.067**	0.045	0.025***
(t2)	0.000	0.001	0.002	0.000	0.001*	-0.001	0.000	-0.003***	0.000
(lnl)	0.359	5.217***	1.984	-0.428	2.538*	-0.714	0.898***	-0.590*	0.015
(t*lnl)	-0.002	0.105***	0.017	0.007	0.026**	0.000	0.023**	0.000	0.012***
(lnf)	-0.361	0.537	-0.856	0.628*	-1.985*	1.182**	-0.687***	0.096	0.022
(t*lnf)	0.000	-0.086***	-0.013	-0.013**	-0.026**	0.014	-0.015**	0.001	-0.003*
(lnl*lnf)	-0.027	-0.747***	-0.469**	0.081	-0.516*	0.264**	-0.237***	0.070	-0.056***
(lnl*lnl)	0.044	1.468***	0.102	-0.140***	0.330**	0.010	0.133**	-0.152	0.050
(lnf*lnf)	0.031*	-0.032	0.020	-0.051	0.213*	-0.142*	0.110***	0.004	0.015***
样本数	341	105	75	103	185	75	176	154	371
对数似然值	212.824	-37.815	44.071	80.334	84.674	10.082	112.851	31.120	120.045

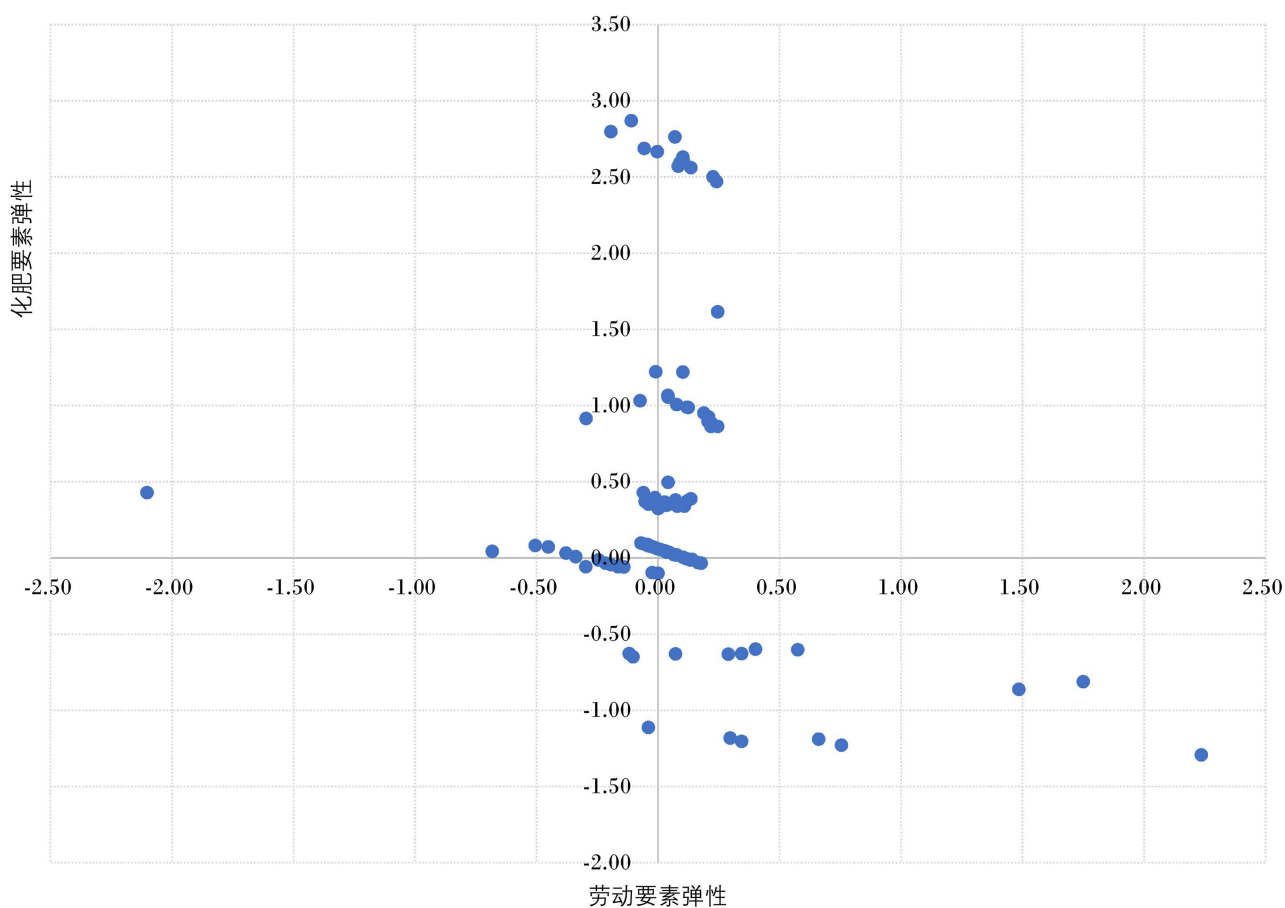


Figure 3. Output elasticity characteristics of agricultural factors in “Belt and Road” countries

图 3. “一带一路”国家农业要素的产出弹性特征

从分组回归结果来看, 不同组别的带路国家具有统计显著性的要素各不相同。总体而言, 时间变量的回归系数以正值为主, 反映了农业粮食产量随时间而递增的技术进步效应; 劳动要素投入对粮食产量的影响也呈正向作用, 且随时间有强化的趋势($t \cdot \ln l$ 项系数为正); 化肥要素投入对粮食产量的影响各异, 部分组别为正影响, 部分为负影响, 但均随时间呈负向强化趋势, 即化肥投入量的持续增加对粮食产量的促进作用在减弱, 表明带路国家的化肥投入边际产出总体已呈现降低趋势。两种要素投入的交互作用对粮食产量大多表现为不利影响, 劳动投入的二次项系数多为正, 有利于促进粮食产量; 化肥投入的二次项系数也呈分化态势, 与一次项系数的作用方向相反。

进一步地, 通过式(2)计算得到各要素的弹性系数, 可以深入反映各国家组别的农业生产特征(图 3)。所谓弹性系数, 即指每增加 1% 的要素投入可带来产出增加的百分点。总体来看, 带路国家的平均要素弹性落入第一象限, 化肥产出弹性(0.437)显著高于劳动产出弹性(0.067)。从图 3 可以看出, 多数国家的化肥产出弹性为正, 表明带路国家多数还处于化学化阶段, 提高化肥施用量对提高粮食产量具有积极作用。其中, 弹性系数较高(>2)的国家 13 个, 包括乌兹别克斯坦、巴基斯坦、泰国等亚洲国家以及罗马尼亚、北马其顿、阿尔巴尼亚等欧洲国家和厄瓜多尔、多米尼加、古巴等拉美国家。中等弹性系数(>0.8)的国家 17 个, 包括俄罗斯、乌克兰、亚美尼亚和塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、哈萨克斯坦等中亚国家, 以及越南、菲律宾、孟加拉国等东南亚国家, 还包括秘鲁、圭亚那等拉美国家, 马里、赞比亚等非洲国家以及土耳其。弹性系数较低(>0.3)的国家 24 个, 其中欧洲发达国家占了 16 个, 如意大利、波兰等, 还包括新西兰、智利、沙特和南非等农业大国。计算结果显示, 还有 39 个国家的化肥弹性系数接近零, 对粮食产量的贡献并不显著, 主要是一些非洲国家; 同时 15 个国家的化肥弹性系数明显表现为负值, 对粮食增产反而起到抑制作用, 如韩国、印尼、斯里兰卡、马来西亚以及中东和拉美地区的部分国家。

对于劳动弹性系数而言, 一带一路国家劳动弹性系数绝对值普遍偏低, 劳动要素对粮食产量的促进作用不及化肥投入。除 9 个国家劳动弹性高于 0.3 以外, 其他多数国家该系数的绝对值均较低。这 9 个国家与上述化肥弹性明显为负的国家基本一致(如图 3 中第四象限), 其劳动要素投入对提高粮食产量的促进作用较强。其中 1/3 国家的劳动弹性为负值, 显著为负的国家包括蒙古、土耳其、葡萄牙、格鲁吉亚、塞浦路斯等国。

从两种要素弹性的大小和方向可以判定其对粮食产量的贡献高低以及是促进作用还是抑制作用。但要分析其背后的原因, 还需结合各自农业国情信息进行深入研究, 限于篇幅, 本文在此仅提出一些共性特征。除了要素投入对农业产出的贡献以外, 技术进步以及生产效率对提高粮食产量的作用同样不可忽视, 且作用可能更大。

4.3. 农业技术效率特征

与要素弹性系数正负参半、高低各异不同, 几乎所有带路国家的农业技术进步方向都为正, 表明考察期内农业技术进步对粮食产量提高起了主导作用。从图 4 中可以看出, 除俄罗斯、哈萨克斯坦以及尼日尔、苏丹、纳米比亚等三个非洲国家在考察期内平均技术进步表现为退步以外, 其余国家均表现为不同程度的技术进步。其中, 技术进步速度最快的国家主要分布在亚洲东南方向的越南、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾、孟加拉国以及新西兰、巴布亚新几内亚和韩国等国, 中亚的乌兹别克斯坦, 中东北非地区的阿曼和埃及, 以及中南美洲地区, 其分布特征与图 1 中粮食高产的国家较为一致。发生中高速技术进步的国家可以分为两类, 一类是中东和欧洲等富裕或发达国家, 其粮食单产已经处于较高或中等水平, 其技术进步空间有限, 技术进步速度虽不及上述国家, 但也实现了较高速增长, 如葡萄牙、波兰、克罗地亚、塞尔维亚、希腊、土耳其、格鲁吉亚、亚美尼亚、伊朗、巴基斯坦、塔吉克斯坦等国; 另一类是非洲、中南美洲地区和亚洲地区部分国家, 是在农业较不发达的基础上实现了中高速技术进步, 尤

其是非洲地区的摩洛哥、安哥拉、辛巴威等国以及蒙古, 在粮食低产水平上实现了较明显的技术进步, 取得的成就来之不易, 同时也说明其依靠技术进步实现粮食增产的潜力较大。

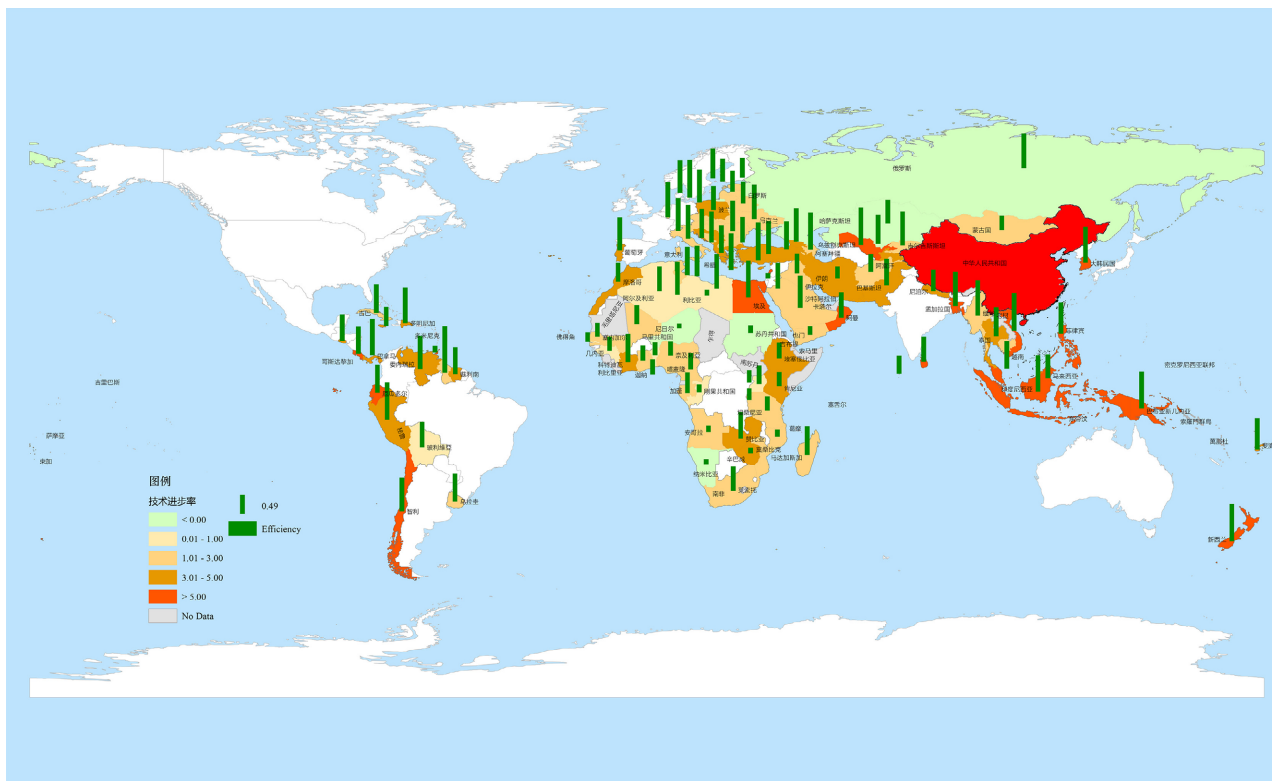


Figure 4. Characteristics of agricultural technological progress and technical efficiency in “Belt and Road” countries
图 4. “一带一路”国家农业技术进步与技术效率特征

此外, 从反映农业生产要素与技术是否实现有效配置的技术效率来看(图 4 中的柱状图), 欧洲、东南亚和中南美洲地区的技术效率较高, 如欧洲的奥地利、摩尔多瓦、波黑、卢森堡, 东南亚的越南、印度尼西亚、缅甸、新西兰, 中南美洲的圭亚那、多米尼亚、巴拿马、秘鲁等国, 技术效率高达 0.9 以上(效率值为 1 表明最高效); 其他欧洲国家的技术效率也多在 0.8 以上。但是除埃及(0.95)以外, 其他非洲地区的技术效率普遍较低, 如尼日尔、纳米比亚、津巴布韦、安哥拉、莫桑比克和苏丹等国技术效率不及 0.2, 此外塞浦路斯、文莱等国技术效率也较低, 说明这些国家等首要目标是提高要素利用效率。

5. 结论与启示

一带一路是我国参与全球治理的重要平台, 其中农业国际合作在我国对外合作中占有重要地位。我国农业经过多年发展已经取得显著成就, 与一带一路国家开展农业合作、推动我国农业走出去, 对提高所在国农业产量和技术水平、推动我国农业企业国际化经营都具有重要意义。本研究基于对一带一路国家农业生产特征的分析, 为有效对接国内农业生产技术与所在国农业技术需求提供了科学参考。研究发现:

1) 农业高产出国家零星分布在东南亚、大洋洲、中东北非、南美洲和欧洲部分国家; 农业低产出国家主要分布在非洲地区以及蒙古、哈萨克斯坦等地; 农业中等产出国家主要分布在中东大部分地区、东欧、中亚地区, 在非洲、东南亚和南美洲部分地区也有分布。同时, 本文还识别出高投入高产出、低投入低产出等 22 个详细类别及所属国家, 为有针对性地开展国别科技合作指出了主要方向, 如农业低产出

国家以提高农业产量为主, 高投入国家以提高生产效率为主等。

2) 从各国农业的劳动生产率和化肥生产率特征来看, 一带一路国家在要素驱动方面存在巨大差异且呈两极分化特征: 非洲地区劳动要素驱动特征明显, 化肥投入低, 生产方式较为原始, 粮食产量也较低, 应加大农业肥料化、机械化投入, 提升农业现代化生产水平, 着力提高农业产量和劳动生产率; 欧洲发达国家以及南非、俄罗斯和沙特等国以化肥要素驱动为主, 劳动生产率较高, 可以围绕农业现代化开展双向科技交流合作, 进一步提升农业生产效率。

3) 通过分组回归发现, 不同组别的国家具有统计显著性的要素各不相同。总体而言, 粮食单产表现出随时间递增的技术进步效应, 劳动要素投入对粮食产量的影响呈正向作用, 且随时间有强化的趋势; 化肥要素投入对粮食产量的影响各异, 但均随时间呈负向强化趋势, 表明化肥的边际产出下降趋势较强, 反映出带路国家农业生产将逐步进入要素投入饱和阶段, 应在农业精细化、数字化以及绿色化、低碳化方面加强科技研发与技术应用合作。

4) 一带一路国家的平均要素弹性均为正, 化肥产出弹性(0.437)显著高于劳动产出弹性(0.067)。多数国家的化肥产出弹性为正, 表明一带一路国家多数还处于化学化阶段, 提高化肥施用量对提高粮食产量具有积极作用。而劳动弹性系数的绝对值普遍偏低, 劳动要素对粮食产量的促进作用不及化肥投入, 除9个国家劳动弹性高于0.3以外, 其他多数国家该系数的绝对值均较低, 蒙古、土耳其、葡萄牙、格鲁吉亚、塞浦路斯等国的劳动弹性显著为负。由此反映了不同国家在要素投入方面的不足或过剩情况, 针对所在国农业种植结构研发先进适用的肥料、提高农业生产人员的技术水平等将是未来农业合作的重要领域。

5) 除俄罗斯、哈萨克斯坦以及尼日尔、苏丹、纳米比亚等三个非洲国家以外, 其他一带一路国家的农业技术进步对促进粮食产量提高起主导作用。技术进步速度最快的国家与粮食高产出的国家分布较为一致, 欧洲发达地区和非洲部分农业较不发达地区实现了中高速技术进步。从农业生产效率角度, 欧洲、东南亚和中南美洲地区的技术效率较高, 而除埃及以外的非洲其他地区技术效率普遍偏低。如何提高农业生产技术效率、推动农业生产向技术驱动下转变将是我国与所在国加强科技合作的重要目标。

上述研究发现对指导我国农业走出去与一带一路国家进行包括技术、产业等全方位合作具有重要的价值。例如, 与非洲农业落后地区的合作方向应为通过提高农业劳动者技能增加粮食单产, 与欧洲农业发达国家的合作方向应为共同探索化肥减量化提高农业生产效率等。我国农业发展经历了劳动驱动-资本驱动-技术驱动的全过程, 并且我国各地农业生产方式也存在一定差异性, 多种要素驱动模式和生产技术并存, 为对口支援带路国家农业发展、加强农业交流互鉴提供了丰富的经验库。

参考文献

- [1] 石先进. “一带一路”框架下中国与中亚五国农业产能合作路径[J]. 云南大学学报(社会科学版), 2020, 19(1): 135-144.
- [2] 陈祥新, 梁丹辉. 中国与东盟农业合作研究现状及展望[J]. 农业展望, 2016, 12(7): 67-71.
- [3] 王永春, 王秀东. 中国与东盟农业合作发展历程及趋势展望[J]. 经济纵横, 2018(12): 88-95.
- [4] 贾伟, 屈四喜. 中国各省份-东盟农产品贸易增长的实证分析[J]. 中国农村经济, 2012(3): 25-34.
- [5] 殷磊磊, 朱晶, 李天祥. 我国与东盟农产品贸易成本研究——基于异质性视角分析[J]. 经济研究参考, 2018(2): 55-66.
- [6] 谭砚文, 曾华盛, 李丛希. 中国投资东盟农业的风险评价及国别优先序[J]. 农业经济问题, 2017, 38(8): 76-85+111.
- [7] 王丹, 李浩宇, 李平. 中国对东盟农业领域投资的主要风险及解决途径[J]. 对外经贸实务, 2018(11): 53-56.
- [8] 姜晔, 茹蕾, 杨光, 陈瑞剑. “一带一路”倡议下中国与东盟农业投资合作特点与展望[J]. 世界农业, 2019(6):

- 12-16+118.
- [9] 杨光, 柏娜, 陈瑞剑. 我国农业对外投资合作的特点及形势分析[J]. 农业经济, 2019(11): 131-132.
- [10] 朱月季, 胡晨, 李佳莲. “一带一路”倡议下中国与东盟国家农业技术合作模式研究[J]. 世界农业, 2018(9): 28-33+57+247.
- [11] 关昕, 胡志全. “一带一路”倡议下农业科研单位“走出去”问题研究[J]. 科学管理研究, 2019, 37(5): 120-126.
- [12] 谢来辉. “一带一路”框架下农业合作的国际政治经济学分析[J]. 国际经贸探索, 2023, 39(9): 20-32.
- [13] 邓灿辉, 王丹, 郭翔宇. 不同模式合作网络对农业科技创新绩效的影响——以“一带一路”国家为例[J]. 技术经济与管理研究, 2023(11): 45-49.
- [14] 朱海华, 杨奕凡. 乌克兰危机下的全球粮食供应链安全——基于“一带一路”沿线国家的分析[J]. 俄罗斯东欧中亚研究, 2023(5): 39-60+163.
- [15] 孙才志, 张佳亮. 中国与“一带一路”沿线国家农产品贸易的水资源压力效应[J]. 水利水电科技进展, 2023, 43(4): 1-8+24.
- [16] 苏丹华, 倪国华, 鲍勤. “一带一路”沿线国家大豆生产潜力及其对中国大豆贸易主导权的影响研究[J]. 管理评论, 2023: 1-10.
- [17] 雷颖, 李季, 俞建飞, 等. 中国—澜湄国家蔬菜产业现状与“一带一路”倡议下的合作发展建议[J]. 中国蔬菜, 2023(7): 1-6.
- [18] 关佳晨, 李腾飞. “一带一路”背景下我国粮机出口特征与发展路径研究[J]. 粮油食品科技, 2023, 31(4): 177-184.
- [19] 佟光霁, 王艺颖. 中国对“一带一路”沿线国家农业机械产品贸易潜力研究[J]. 中国农机化学报, 2023, 44(7): 244-253.
- [20] 夏明赫, 周慧秋, 李东. “一带一路”农业合作战略背景下农村公共服务供给研究[J]. 农业经济, 2021(8): 90-92.
- [21] 朱希刚. 农业技术进步及其“七五”期间内贡献份额的测算分析[J]. 农业技术经济, 1994(2): 2-10.
- [22] 顾海英. 我国农业技术进步作用的测定与分析[J]. 上海农学院学报, 1994, 12(3): 225-231.
- [23] Liu, Y. and Wang, X. (2005) Technological Progress and Chinese Agricultural Growth in the 1990s. *China Economic Review*, 16, 419-440. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2005.03.006>
- [24] 赵芝俊, 张社梅. 近 20 中国农业技术进步贡献率变动趋势[J]. 中国农村经济, 2006(3): 4-12.
- [25] 程毛林, 韩云. 农业技术进步贡献率的测算[J]. 统计与决策, 2018(4): 33-35.
- [26] Fan, S. (1991) Effects of Technological Change and Institutional Reform on Production Growth in Chinese Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 73, 266-275. <https://doi.org/10.2307/1242711>
- [27] Fan, S. and Pardey, P.G. (1995) Role of Inputs, Institutions, and Technical Innovations in Stimulating Growth in Chinese Agriculture. Discussion Paper, IFPRI, Washington DC.
- [28] 赵芝俊, 袁开智. 中国农业技术进步贡献率测算及分解: 1985-2005[J]. 农业经济问题, 2009(3): 28-36.
- [29] 袁开智, 赵芝俊, 张社梅. 农业技术进步贡献率测算方法: 回顾与评析[J]. 技术经济, 2008, 27(2): 64-70.