

WORLD AGRICULTURE

世界农业

- ★中文社会科学引文索引(CSSCI)扩展版来源期刊
- ★中国知网(CNKI)数据库全文收录
- ★中国人文社会科学期刊AMI综合评价A刊扩展期刊
- ★中国农林核心期刊
- ★国家新闻出版广电总局第一批认定学术期刊

主管单位 中华人民共和国农业农村部
主办单位 中国农业出版社有限公司
指导单位 农业农村部国际合作司
协办单位 农业农村部对外经济合作中心
农业农村部农业贸易促进中心
(中国国际贸易促进会农业行业分会)
农业农村部国际交流服务中心
中华人民共和国常驻联合国粮农机构代表处
中国人民大学农业与农村发展学院

刊名题字：吴作人
1979年创刊
月 刊



世界农业编辑部
微信公众号

总字第517期
2022年第5期

世界农业 编辑委员会

主 任 马有祥

副 主 任 (按姓氏笔画为序)

广德福 马洪涛 朱信凯 杜志雄 何秀荣 张陆彪 陈邦勋 夏敬源 隋鹏飞 谢建民

委 员 (按姓氏笔画为序)

王林萍 韦正林 仇焕广 孔祥智 叶兴庆 司 伟 吕 杰 朱 晶 朱满德 刘 辉
刘均勇 李先德 李翠霞 杨敏丽 吴本健 宋洪远 张亚辉 张林秀 张海森 张越杰
陈昭玖 陈盛伟 苑 鹏 罗小锋 罗必良 金文成 周应恒 屈四喜 赵帮宏 赵敏娟
胡乐鸣 胡冰川 柯文武 姜长云 袁龙江 聂凤英 栾敬东 高 强 黄庆华 黄季焜
彭廷军 程国强 童玉娥 蓝红星 樊胜根 潘伟光

主 编 胡乐鸣

副 主 编 张丽四 徐 晖

执行主编 贾 彬

责任编辑 卫晋津 张雪娇 张雯婷

编 辑 吴洪钟 汪子涵 陈 璿 程 燕 林维潘

SHIJIE NONGYE

出 版 单 位 中国农业出版社有限公司

印 刷 单 位 中农印务有限公司

国内总发行 北京市报刊发行局

国外总发行 中国出版对外贸易总公司

(北京 782 信箱)

订 购 处 全国各地邮局

地 址 北京市朝阳区麦子店街 18 号楼

邮 编 100125

出 版 日 期 每月 10 日

电 话 (010)59194435/988/990

投 稿 网 址 <http://sjny.cbpt.cnki.net>

官 方 网 址 <http://www.ccap.com.cn/yd/zdqk>

定 价 18.00 元

广告发布登记:

京朝工商广登字 20190016 号

ISSN 1002 - 4433

CN 11-1097/S

◆凡是同意被本刊发表的文章,视为作者同意本刊将其文章的复制权、发行权、汇编权以及信息网络传播权转授给第三方。特此声明。

◆本刊所登作品受版权保护未经许可,不得转载、摘编。

“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率时空演变及驱动因素	黄佩佩 魏 凤 (5)
国外乡村产业发展经验及对中国乡村产业振兴的启示	廖 菁 邹宝玲 (16)
欧盟智慧农业发展经验及其借鉴	袁祥州 黄恩临 (27)
中外粮食产量统计比较分析与启示	陈 希 蒋昕臻 钟 钰 (37)
虚拟水进口视角下中美农产品贸易效益分析	李 明 潘子纯 李崇光 (48)
培训经历、行为能力与高素质农民生产效率提升	罗明忠 邱伟荣 雷显凯 (60)
家庭农场与农村老年人口照料贫困 ——来自中国家庭追踪调查与家庭农场监测的经验证据	张永奇 庄天慧 (70)
农地产权权能强度对农户农地转出的影响 ——基于交易成本的中介效应分析	王光海 谢保鹏 陈 英 等 (83)
环境政策如何影响农户生活垃圾分类意愿 ——基于社会规范和价值认知的中介效应分析	何有幸 黄森慰 陈世文 等 (95)
农业文化遗产研究热点及趋势分析	但 方 王堃翥 但 欢 等 (108)
其他	
国际粮农动态：粮代处代表参加世界粮食计划署执行局特别会议等 6 则	(119)
2022 年 4 月世界农产品供需形势预测简报	梁 勇 (122)
俄乌冲突、国际农业合作与中国粮食安全保障 ——中国国外农业经济研究会俄乌变局下的全球农业与粮食安全研讨会综述	芦千文 (128)

- Spatio-Temporal Evolution and Driving Factors of Grain Total Factor Productivity in Countries along the
“Belt and Road”
..... *HUANG Peipei, WEI Feng* (15)
- The Experience of Foreign Rural Industry Development and Its Enlightenment to the Revitalization of
China’s Rural Industry
..... *LIAO Jing, ZOU Bao ling* (26)
- Experience and Reference of Smart Agriculture Development in European Union
..... *YUAN Xiangzhou, HUANG Enlin* (36)
- Comparative Analysis and Revelation of Grain Production Statistics between China and
Foreign Countries
..... *CHEN Xi, JIANG Xinzhen, ZHONG Yu* (47)
- Analysis on the Benefits of Sino-US Agricultural Products Trade from the Perspective of Virtual Water Import
..... *LI Ming, PAN Zichun, LI Chongguang* (59)
- Training Experience, Behavioral Competence and Productivity Improvement of Professional Farmers
..... *LUO Mingzhong, QIU Weirong, LEI Xiankai* (69)
- Family Farms and Rural Elderly Care for the Poor
—Empirical Evidence from Chinese Family Tracking Survey and Family Farm Monitoring
..... *ZHANG Yongqi, ZHUANG Tianhui* (82)
- The Impact of the Intensity of Farmland Property Rights on the Transfer of Farmland from Farmers
—Analysis of the Intermediary Effect Based on Transaction Costs
..... *WANG Guanghai, XIE Baopeng, CHEN Ying, et al* (94)
- How do Environmental Policies Affect Farmers’ Willingness to Classify Domestic Waste
—Analysis of Intermediary Effect Based on Social Norms and Value Cognition
..... *HE Youxing, HUANG Senwei, CHEN Shiwen, et al* (107)
- Research Hotspots and Trends of Agricultural Cultural Heritage
..... *DAN Fang, WANG Kunhe, DAN Huan, et al* (118)

“一带一路”沿线国家粮食 全要素生产率 时空演变及驱动因素

◆ 黄佩佩¹ 魏 凤²

(1. 西北农林科技大学经济管理学院 杨凌 712100;

2. 西北农林科技大学语言文化学院 杨凌 712100)

摘要: 本文采用 DEA-Malmquist 指数方法对 1995—2016 年“一带一路”沿线 49 个国家粮食全要素生产率进行测度, 分析其时序演变及空间差异, 并探究其驱动因素。研究发现, “一带一路”沿线国家粮食全要素生产率整体增长, 技术进步是粮食全要素生产率增长的主要动力; 沿线各地区粮食全要素生产率均实现增长, 其中中亚地区增长最快, 各国粮食全要素生产率存在显著差异; 粮食单产水平、农业结构调整程度对沿线国家粮食全要素生产率有显著促进作用, 经济发展水平和城镇化发展对其有显著负向作用; 各因素对粮食全要素生产率的影响存在地区差异。最后, 本文对中国与“一带一路”沿线国家未来粮食合作方向提出可行性建议, 未来中国可加强与沿线国家农业科技合作, 开展基础设施方面的合作, 同时加强粮食交流与合作。

关键词: “一带一路”沿线国家; 全要素生产率; 粮食

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.05.001

1 引言

2020 年中国粮食生产实现“十七连丰”, 自 2015 年以来产量均高于 1.3 万亿斤^①, 基本实现粮食自给, 确保了粮食安全。但随着中国人口数量继续增加, 粮食需求即将达到峰值, 同时粮食生产又受到资源短缺、环境污染的制约, 国内粮食供给仍面临挑战。因此, 合理利用国际市场资源为国内供给补充是保障中国粮食安全的必然选择。目前中国粮食进口主要来源于传统粮食出口国, 进口集中度高, 但贸易保护主义抬头、国际地缘政治格局不稳定等问题增加了粮食外部市场的不稳定^[1]。“一带一路”倡议的提出为中国与沿

收稿日期: 2021-09-24。

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71673222), 教育部人文社会科学基金项目(15XJA790005), 陕西省重点研发计划项目(2020KW-029), 西北农林科技大学上合现代农业发展研究院一般项目(SCO21A002)。

作者简介: 黄佩佩(1998—), 女, 陕西延安人, 硕士研究生, 研究方向: 粮食安全与国际农业合作, E-mail: hpp19980825@nwsuafu.edu.cn。

通信作者: 魏凤(1965—), 女, 陕西宝鸡人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 农业经济理论与政策、俄语国家农业研究, E-mail: Weifeng@nwsuaf.edu.cn。

① 1斤=0.5千克。

线国家提供了对外开放的新契机,为粮食合作提供了新机遇、新平台。2019年中央一号文件提出“加强‘一带一路’农业国际合作,拓展多元化进口渠道”。“一带一路”沿线国家资源丰富,是世界重要粮食产区,粮食总产量占全球50%以上^[2],有较大发展潜力,且与中国仍有非常可观的合作提升空间。在此背景下中国进一步加强与“一带一路”沿线国家的粮食合作,对于保障中国粮食安全具有重要现实意义^[3]。全要素生产率提高可以促进粮食产量稳步增长,有利于粮食生产的可持续发展。因此,为了提高“一带一路”沿线国家粮食产量,为中国与沿线国家粮食合作提供保障,有必要对其粮食全要素生产率进行测度和分析,探究如何提高其粮食生产效率。

学者对粮食全要素生产率的研究主要集中在全要素生产率的测算、增长源泉以及影响因素等方面。全要素生产率测算方面,测算粮食全要素生产率的方法可以分为参数方法和非参数方法,参数方法包括索洛余值法^[4]、随机前沿生产函数法(SFA)^[5]等,而非参数方法主要指DEA-Malmquist指数法等^[6]。增长源泉方面,一种观点认为技术进步促进全要素生产率增长,技术效率限制其增长^[7-8],另一种观点认为技术效率和技术进步共同促进了全要素生产率的增长^[9]。影响因素方面,影响粮食全要素生产率的因素主要包括粮食单产水平、基础设施、机械化水平、财政支农补贴、经济发展水平、种粮人口比重、经营规模、农业结构调整度等,研究结论因研究区域和时间范围不同而不同。张利国和鲍丙飞基于2001—2012年面板数据对中国粮食主产区粮食全要素生产率进行测算并分析其驱动因素,研究发现粮食经济发展水平、人均GDP、规模化经营、粮食单产正向影响中国粮食全要素生产率,种粮人口比重对其有负向影响^[10]。李礼连和张利国测算了2001—2015年长江经济带粮食全要素生产率并分析其驱动因素,发现种粮劳动力比例、粮食经营规模、单位面积机械总动力与粮食价格指数滞后项对长江经济带粮食全要素生产率具有显著正向影响,粮食受灾率对其有显著负向影响^[11]。李学林等对2009—2014年云南省粮食全要素生产率分解研究,得出粮食单产水平、农业结构调整程度对云南粮食全要素生产率具有显著正向作用,农业科研投入、经济发展水平具有负向作用^[12]。此外,还有部分学者研究单个因素对粮食全要素生产率的影响。李自强等基于2003—2018年中国31个省份的面板数据研究财政支农补贴对粮食全要素生产率的促进作用,发现财政支农补贴能够有效促进粮食全要素生产率提升^[13]。卓乐和曾福生基于1996—2015年中国30个省份面板数据研究各类农村基础设施如何影响粮食全要素生产率,发现水利、交通设施滞后项显著促进粮食全要素生产率增长;而交通基础设施本期和电力基础设施对粮食全要素生产率影响不显著^[14]。

综上所述,现有文献研究了不同区域、不同阶段粮食全要素生产率的增长源泉和影响因素,为本文提供了坚实的理论基础。但学者对“一带一路”沿线国家粮食研究主要集中在沿线国家的粮食安全、粮食生产现状^[15]、时空格局^[2]、生产潜力^[16]和粮食贸易^[17-19]等方面,忽视了生产率提高对粮食生产的意义。生产率的提高对粮食产量增长具有重要意义,讨论“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率,有助于把握沿线国家粮食生产率情况、探究如何提高其粮食产量,有利于中国与沿线国家的粮食合作。因此,本文运用DEA-Malmquist指数对“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率进行测算和分解,探究其时空演变规律及驱动因素,全面了解沿线国家粮食全要素生产率的时空差异和驱动因素,进而为中国与“一带一路”沿线国家粮食合作提供参考依据。

2 理论基础、研究方法与数据来源

2.1 理论基础

在经济学领域,生产率包含单要素生产率和全要素生产率。前者指单一投入要素(如劳动、资本、土地等)的生产率,通常表示为投入与产出的比值,仅考虑单一要素对生产率的作用,无法表现总体生产率的增加,若要衡量整体效率,必须同时考虑所有投入,得到全要素生产率。全要素生产率是衡量生产效率的综合指标。相较单要素生产率,全要素生产率综合考察劳动、资本和能源等所有投入要素,衡量决策单元的产出效率,是指剔除各种有形要素投入(资本、劳动、土地)之后,产出由于技术进步或规模效益等因素而有了

显著增长。全要素生产率包含技术进步和技术效率，提高粮食全要素生产率的途径是提升技术进步和技术效率，技术进步的动力来源于技术创新，技术效率提升依赖规模扩张和纯技术效率的提高(图 1)。

2.2 DEA-Malmquist 指数法

本文采用非参数 DEA-Malmquist 指数法测算“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率，原因有二：一是“一带一路”沿线 49 个国家在生产函数上差异较大，不宜设定统一的生产函数；二是 DEA-Malmquist 指数法可以对测算出的全要素生产率指标进行分解，能够体现技术进步和规模效率的变动情况，更准确地反映效率的动态变化情况。DEA-Malmquist 指数利用距离函数进行运算，描述 t 到 $t+1$ 期的投入产出效率变化，其公式为：

$$TFPCH = M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式(1)中， $TFPCH$ 为全要素生产率变化， $D^t(x^t, y^t)$ 、 $D^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 表示以 t 期技术水平表示的 t 期与 $t+1$ 期的距离函数， $D^{t+1}(x^t, y^t)$ 、 $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 表示以 $t+1$ 期技术水平表示的 t 期与 $t+1$ 期的距离函数。

全要素生产率 (TFP) 可分解为技术效率变动指数 (TEC) 和技术进步变动指数 (TC)，技术效率变动指标可进一步分解为纯技术效率变动指数 (PEC) 和规模效率变动指数 (SEC)，即式(2)

$$TFPCH = M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = TEC \times TC = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} = SEC \times PEC \times TC \quad (2)$$

2.3 变量选取与数据来源

为使估计结果更加准确，并考虑数据的可获取性和完整性，剔除乌兹别克斯坦等数据缺失较多的国家，最终选取表 1 中 49 个国家作为“一带一路”沿线国家的样本(表 1)。选取数据为 1994—2016 年的面板数据。

表 1 “一带一路”沿线国家

地区	国家
东欧	俄罗斯、白俄罗斯、立陶宛、爱沙尼亚、拉脱维亚和乌克兰
南欧	斯洛文尼亚、克罗地亚、罗马尼亚、保加利亚、北马其顿和阿尔巴尼亚
中欧	波兰、捷克、斯洛伐克和匈牙利
东亚	蒙古国、马来西亚、印度尼西亚、缅甸、泰国、越南、文莱和菲律宾
西亚	伊拉克、伊朗、土耳其、约旦、黎巴嫩、以色列、沙特阿拉伯、也门、阿曼、科威特、希腊、埃及、格鲁吉亚、阿塞拜疆和亚美尼亚
南亚	印度、巴基斯坦、孟加拉国、斯里兰卡、尼泊尔和不丹
中亚	塔吉克斯坦、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦和土库曼斯坦

注：埃及主体属于非洲，仅有西奈半岛属于西亚，但为了研究需要，本文将埃及归为西亚地区。

产出变量由粮食总产量来表征，投入变量包括劳动投入、土地投入、机械投入、化肥投入和农药投入，其中土地投入用粮食播种面积表征。由于无法直接获取各国粮食生产的劳动、机械、化肥和农药等要素投入数据，为保证粮食投入与产出统计口径一致，参考已有研究^[20]，本文以 w ($w =$ 各国粮食播种面积/各国农作物总播种面积) 为权重，使用各国农业要素投入数据与权重 w 的乘积计算用于粮食生产的要素投入。其中劳动投入采用 15 岁以上农业从业人数计算，机械投入采用 2 轮 40-CV 拖拉机当量计算，化肥投入采用氮、五氧化二磷、氧化钾等化肥折纯量计算，农药投入采用农业农药总投入计算。

各国粮食生产投入要素和产出的数据均来源于美国农业部世界农业生产率数据库和联合国粮食及农业组织数据库。粮食单产水平、人均 GDP 和城镇化率数据来自世界银行数据库。主要变量的描述性统计如表 2

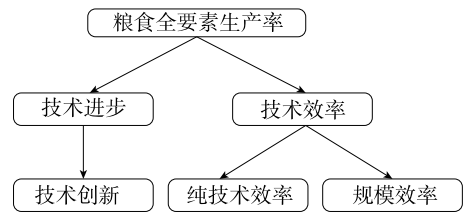


图 1 粮食全要素生产率理论框架

所示。

表 2 主要变量的描述性统计

变量	单位	均值	标准差	最小值	最大值
粮食总产量	万吨	1 720.0	3 860.0	0.0	29 800.0
劳动投入	万人	521.1	1 720.0	51.0	13 100.0
土地投入	万公顷	629.3	1 530.0	135.0	10 200.0
机械投入	万辆	15.9	40.0	0.0	409.0
化肥投入	万吨	59.1	160.0	0.0	1 410.0
农药投入	万吨	0.5	0.91	0.0	6.2
粮食单产水平	吨/公顷	3.2	1.9	0.4	21.9
农业结构调整程度	%	57.9	20.3	2.5	96.9
人均 GDP	美元	8 340.1	9 299.0	242.3	49 578.5
城镇化率	%	56.4	20.0	10.9	100.0

3 全要素生产率测算结果分析

通过 Deap2.1 软件对“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率进行测算和分解,分析其时序静态演变,并利用非参数核密度估计法研究其时序动态演变特征,进而分析沿线各地区及各国全要素生产率的空间差异。

3.1 全要素生产率时序演变

3.1.1 静态演变

1995—2016 年沿线 49 个国家粮食全要素生产率整体呈波动中增长趋势,但增速缓慢,年均增长 1.7%。其中 2006 年降低最多,降幅为 6.4%,2013 年增长率最高,达到 13.9%。从粮食全要素生产率分解来看,样本期间沿线国家技术进步和技术效率整体表现为增长,技术进步年均增长 1.5%,技术效率年均增长 0.1%,技术效率的分解项中纯技术效率年均增长 0.1%,规模效率没有增长,纯技术效率对技术效率及全要素生产率的增长起到了推动作用。表明技术进步是推进“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率增长的主要动力,但由于技术效率未实现明显增长,仅靠技术进步难以拉动沿线国家粮食全要素生产率的增长。沿线国家在粮食生产中重视农业生产技术创新,但是粮食生产规模效应和经营管理效率处于较低水平。自 1995 年以来沿线国家粮食全要素生产率的增长,主要是由于前沿面的“外扩”,而非各生产决策单元向生产前沿边界的“靠近”(图 2)。

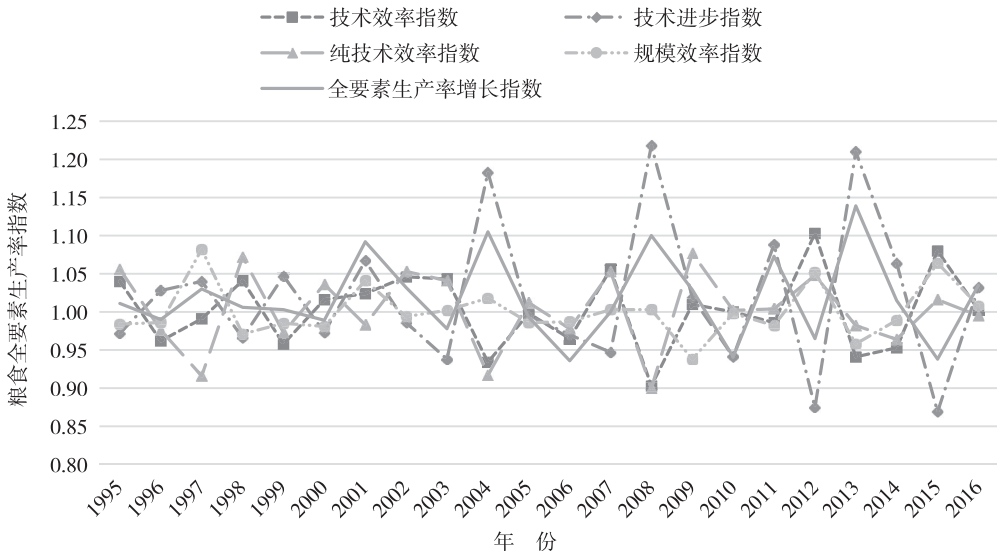


图 2 1995—2016 年“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率增长率及分解变化

3.1.2 动态演变

选取 4 个代表年份（1995 年、2002 年、2009 年和 2016 年）“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率指数为样本，制作沿线国家粮食全要素生产率非参数核密度估计图研究其时序动态演变特征。图 3 中核密度分布曲线从下至上依次为 2016 年、2009 年、2002 年、1995 年。1995 年、2002 年、2009 年、2016 年的粮食全要素生产率平均值分别为 1.011、1.032、1.029、1.035，具体表现为核密度曲线整体先向左偏移后向右偏移，表明 1995—2016 年“一带一路”沿线各国粮食全要素生产率整体呈先下降后上升的趋势。沿线各国粮食全要素生产率之间的差异先增大后减小再增大。1995—2002 年核密度曲线主峰有所下降，主峰宽度变大，各国粮食全要素生产率差异增大；2002—2009 年核密度曲线主峰下降，宽度变小，表明沿线各国粮食全要素生产率之间的差异减小；2009—2016 年核密度曲线主峰下降，宽度变大，右侧尾部明显拉长，表明沿线各国粮食全要素生产率之间的差异再次增大。

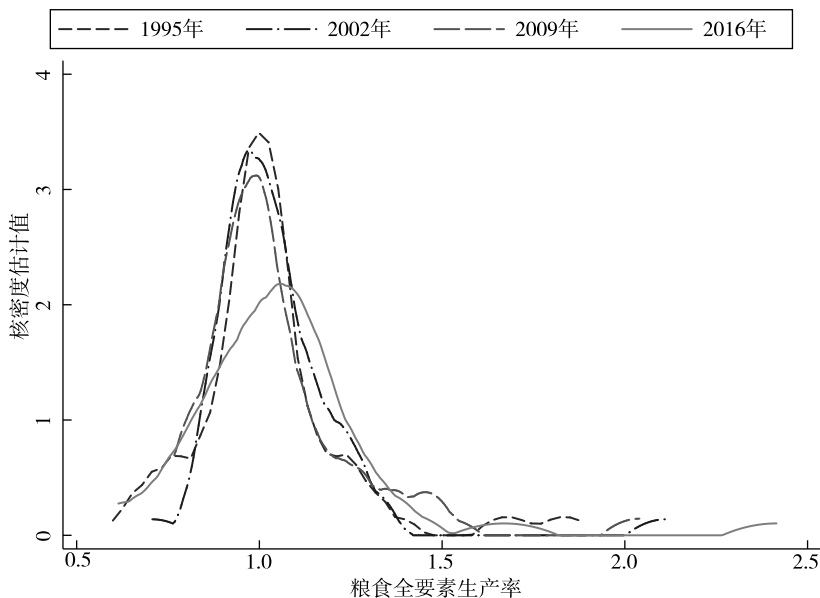


图 3 “一带一路”沿线国家粮食全要素生产率核密度估计

3.2 全要素生产率空间差异

3.2.1 各地区全要素生产率差异分析

“一带一路”沿线 49 个国家可分为东欧、东亚、南欧、南亚、西亚、中欧和中亚 7 个地区（表 1）。1995—2016 年沿线各地区粮食全要素生产率均实现了增长。其中中亚地区全要素生产率年均增长 4.5%，在 7 个地区中增长水平最高，因为中亚地区技术进步增加最多，对其全要素生产率具有促进作用，而技术效率抑制其粮食全要素生产率的增长；东亚地区年均增长 0.5%，是 7 个地区中增长最慢的。技术进步方面，各地区技术进步均实现增长，促进了粮食全要素生产率增长。技术效率方面，西亚和东亚地区的技术效率实现增长；中亚、东欧和中欧等地区技术效率呈倒退趋势，主要是由于规模效率较低；南亚和南欧地区零增长，因为纯技术效率和规模效率均未实现增长。总体来说，技术进步是沿线各地区粮食全要素生产率的主要推力，中亚、南亚、东欧、南欧和中欧等地区粮食全要素生产率增长源于技术进步“单轨驱动”，西亚和东亚地区的粮食全要素生产率增长源于技术进步和技术效率“双轨驱动”（表 3）。

表 3 各地区粮食平均全要素生产率及其分解

地区	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率增长指数	全要素生产率排名
中亚	0.996	1.049	1.000	0.996	1.045	1
南亚	1.000	1.036	1.000	1.000	1.036	2

(续)

地区	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率增长指数	全要素生产率排名
东欧	0.999	1.027	1.000	0.999	1.026	3
南欧	1.000	1.015	1.000	1.000	1.016	4
中欧	0.994	1.014	1.000	0.995	1.009	5
西亚	1.002	1.004	1.001	1.001	1.006	6
东亚	1.003	1.002	0.999	1.004	1.005	7

3.2.2 各国家全要素生产率差异分析

由于沿线各国经济发展水平与资源禀赋不同,对1995—2016年49个国家的粮食全要素生产率及其分解项的变动情况进行个体分析。粮食全要素增长率方面,1995—2016年多数(40个)国家粮食全要素生产率实现增长,不丹、文莱、科威特、缅甸、尼泊尔、沙特阿拉伯、土库曼斯坦和也门8个亚洲国家粮食全要素增长率下降,埃及粮食全要素生产率零增长。其中巴基斯坦增长最多,为20.5%,这主要是由于其技术进步和技术效率的“双轨驱动”作用,巴基斯坦在粮食生产中注重技术创新以及规模效应和组织管理效率的提升。技术效率方面,绝大多数国家(31个)粮食生产技术效率都呈现正增长,18个国家的粮食生产技术效率下降,文莱、科威特、沙特阿拉伯、土库曼斯坦和也门的技术效率下降幅度较大,其中文莱、科威特、沙特阿拉伯规模效率下降对其技术效率影响更大,土库曼斯坦和也门农业组织管理效率低是影响其技术效率的主要原因。技术进步方面,绝大多数国家(45个)粮食生产技术进步指数都呈现正增长,其中增长最快的为巴基斯坦,增长17.8%;仅有不丹、缅甸、尼泊尔和沙特阿拉伯4国的技术出现退步。

1995—2016年“一带一路”沿线粮食全要素生产率整体呈现增长趋势,但增长较为缓慢,各国粮食全要素生产率及其分解项的增长状况存在显著差异(表4)。技术进步是粮食全要素生产率增长的主要动力,因此沿线各国应注重技术创新,在粮食生产过程中加强新技术的推广和应用,发挥技术进步的主要推力。“一带一路”沿线国家大多属于发展中国家,虽然技术进步较大,但农业管理水平不高,农户对技术吸收的转化能力弱,导致既有技术的潜能很大程度没有释放,技术效率水平较低。沿线国家在注重提升农业技术水平的同时,应改善农业管理模式,发挥技术进步与技术效率的协同作用,以及“双轨驱动”模式推动粮食全要素生产率的作用。

表4 1995—2016年“一带一路”沿线49个国家粮食全要素生产率及其分解

国家	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率增长指数
巴基斯坦	1.023	1.178	1.015	1.007	1.205
塔吉克斯坦	1.068	1.005	1.064	1.004	1.074
吉尔吉斯斯坦	1.041	1.026	1.028	1.013	1.068
北马其顿	1.022	1.028	1.022	1.000	1.051
以色列	1.023	1.022	1.024	1.000	1.046
俄罗斯	1.004	1.037	1.000	1.004	1.041
伊拉克	1.016	1.023	1.016	1.000	1.039
亚美尼亚	1.021	1.014	1.024	0.997	1.035
哈萨克斯坦	1.011	1.021	1.000	1.011	1.032
菲律宾	1.024	1.007	1.020	1.004	1.031
乌克兰	1.014	1.017	1.000	1.014	1.031
克罗地亚	1.006	1.021	1.006	0.999	1.027
斯洛伐克	1.000	1.026	1.000	1.000	1.026
白俄罗斯	0.997	1.028	1.002	0.995	1.025
伊朗	1.011	1.010	1.008	1.003	1.021

(续)

国家	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率增长指数
阿塞拜疆	1.011	1.008	1.010	1.001	1.019
捷克	0.999	1.021	0.999	1.000	1.019
斯洛文尼亚	0.994	1.025	0.997	0.997	1.019
立陶宛	0.990	1.029	0.984	1.006	1.018
斯里兰卡	1.008	1.010	1.004	1.004	1.018
印度	1.004	1.013	1.000	1.004	1.017
爱沙尼亚	0.995	1.021	0.991	1.004	1.016
阿曼	1.000	1.016	1.000	1.000	1.016
罗马尼亚	1.008	1.008	1.002	1.006	1.016
越南	1.006	1.010	1.006	1.000	1.016
匈牙利	1.000	1.015	1.000	1.000	1.015
拉脱维亚	1.000	1.015	0.997	1.002	1.015
马来西亚	1.004	1.011	1.008	0.996	1.014
泰国	1.002	1.013	0.996	1.006	1.014
孟加拉国	1.004	1.008	1.011	0.993	1.012
阿尔巴尼亚	1.001	1.009	1.001	1.000	1.010
希腊	0.991	1.018	0.991	1.000	1.009
约旦	0.991	1.018	0.992	1.000	1.009
黎巴嫩	0.992	1.016	0.997	0.995	1.008
格鲁吉亚	0.999	1.007	0.990	1.008	1.006
蒙古国	0.985	1.020	0.973	1.013	1.006
波兰	0.988	1.017	0.987	1.001	1.005
土耳其	0.988	1.016	0.988	1.000	1.004
保加利亚	0.993	1.009	1.000	0.993	1.003
印度尼西亚	1.000	1.003	1.000	1.000	1.003
埃及	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
也门	0.968	1.016	0.961	1.008	0.984
尼泊尔	1.011	0.970	1.011	1.000	0.981
不丹	1.000	0.978	1.000	1.000	0.978
科威特	0.973	1.000	1.000	0.973	0.974
文莱	0.965	1.008	1.000	0.965	0.973
沙特阿拉伯	0.971	0.997	0.989	0.981	0.968
土库曼斯坦	0.950	1.017	0.950	1.000	0.965
缅甸	1.000	0.963	1.000	1.000	0.963
平均值	1.001	1.015	1.001	1.000	1.017

4 驱动因素分析

上文研究显示“一带一路”沿线国家间粮食全要素生产率存在差异,为了探究造成差异的原因,需要全面把握“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率的驱动因素。本文对面板数据进行回归,得出影响沿线国家全要素生产率的主要因素,同时由于沿线国家跨越亚洲、欧洲和非洲,宏观经济环境不同,因此为探究各因素对粮食全要素生产率的影响是否存在区域差异,本文将研究区域分为亚洲和欧洲,在总体回归基础上分别探究各因素对亚洲和欧洲粮食全要素生产率的影响。

4.1 变量选取与模型设定

粮食全要素生产率影响因素主要包括自然因素^[21]、政策因素^[22]、产业结构因素^[23]、农业技术因素^[12]和经济发展因素^[24-26]等方面。根据“一带一路”实际情况，同时考虑指标的代表性和数据获取性，本文从技术因素、结构因素、经济因素等方面，选取粮食单产水平、农业结构调整程度、经济发展水平、城镇化水平探究沿线国家粮食全要素生产率的影响因素。具体变量如下。

粮食单产水平 (YIELD)：采用粮食作物单位面积产量表示。粮食单产水平能在一定程度上说明粮食生产技术效率水平，粮食单产水平越高，表明粮食的土地生产能力和生产水平越高。因此，粮食单产水平对被解释变量具有正向影响^[12]。

农业结构调整程度 (AAS)：采用粮食播种面积占农作物播种面积的比例衡量。农业结构调整程度体现了农作物种植结构的变化过程，用来刻画农作物种植结构是否朝着比较优势的方向发展。学术界对农业结构调整程度与粮食全要素生产率之间的正反关系意见不一致^[12,23]。因此，沿线国家农业结构调整度对被解释变量的影响有待验证。

经济发展水平 (PGDP)：采用人均国内生产总值来表示。一个地区经济的发展会在一定程度上带动其粮食生产^[12]；但同时由于经济发展带动农村劳动力向非农产业转移，可能会降低粮食生产效率^[24]。因此，经济发展水平对被解释变量的影响有待验证。

城镇化水平 (URBA)：采用城镇人口占总人口比重衡量。城镇化发展会引起农村劳动力转向非农产业，提升农村劳动力分配效率；加强土地的集约利用，推动农村土地规模化；推动农业技术进步，促使农业生产技术提升。城镇化发展不但会吸引农村青壮年劳动力向城市转移，导致农村劳动力资本数量减少、质量变低，而且会占用更多优质耕地导致耕地数量减少，抑制农业增长。因此，沿线国家城镇化水平对被解释变量的影响有待验证^[25-26]。

选取前文计算的粮食全要素生产率 (TFP) 作为被解释变量，构建面板数据模型：

$$\ln(TFP_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(YIELD_{i,t}) + \beta_2 AAS_{i,t} + \beta_3 \ln(PGDP_{i,t}) + \beta_4 URBA_{i,t} + \epsilon_{i,t}$$

为了避免伪回归，确保面板数据估计结果的有效性，需要对面板数据的平稳性进行检验。本文分别采用 LLC 检验、IPS 检验与 ADF 检验对模型变量进行单位根检验，结果显示所有检验变量均能在 10% 水平上拒绝原假设“统计变量存在单位根”，可知这些序列不存在单位根，是一阶单整序列，可以进行面板回归分析。同时，通过对模型中各变量进行多重共线性检验，各模型方差膨胀因子均小于 10，表明各变量之间不存在多重共线性问题，并采用了自然对数极大压缩了方差较大的变量，很大程度上克服了异方差问题。

4.2 回归结果分析

在对面板模型进行回归之前，采取 Hausman 检验对面板数据模型的形式进行判断选择，P 值为 0.000，故采用固定效应模型。为处理不同国家个体扰动项可能存在的异方差和自相关，使用考虑双向固定效应的广义最小二乘法 (FGSL) 对面板数据回归；为解决模型中可能存在遗漏变量和反向因果问题的内生性，本文采用两阶段系统 GMM，以各内生变量的滞后项为工具变量对结果进行再估计，如表 5 所示。

表 5 “一带一路”沿线国家粮食全要素生产率驱动因素回归结果

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7
粮食单产水平	0.483*** (0.033)	0.396*** (0.030)	0.398*** (0.026)	0.446*** (0.031)	0.535*** (0.035)	0.367*** (0.029)	0.444*** (0.031)
农业结构调整程度	0.321** (0.162)	0.322*** (0.097)	0.334** (0.159)	0.349** (0.154)	0.432*** (0.174)	0.324*** (0.095)	0.497*** (0.091)
经济发展水平	-0.051*** (0.039)	-0.063*** (0.023)	-0.055*** (0.028)	-0.052*** (0.037)	-0.074*** (0.043)	-0.057*** (0.022)	-0.055*** (0.025)

(续)

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7
城镇化水平	-0.208* (0.266)	-0.277** (0.131)	-0.249** (0.177)	-0.181* (0.279)	-0.651** (0.328)	-0.078** (0.129)	-0.218** (0.140)
常数项	-3.620*** (0.462)	-2.820** (0.283)	-1.946*** (0.182)	-3.332*** (0.438)	-3.842*** (0.512)	-2.634*** (0.273)	-3.507*** (0.309)
双向固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制

注：***、**、* 分别表示统计值在 1%、5%、10% 的显著性水平下显著，表 6 同。

4.2.1 粮食全要素生产率驱动因素分析

表 5 中模型 1 为使用固定效应模型得出各因素对“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率影响的估计结果，模型 2 为使用 FGSL 的估计结果，模型 3 为采用两阶段系统 GMM 的估计结果。在考虑异方差和内生性问题后，模型估计结果基本一致，因此本文结论较为可靠。

此处以模型 1 的结果为主要结论进行分析。粮食单产水平和农业结构调整程度对沿线国家粮食全要素生产率有显著正向影响，经济发展水平和城镇化水平对粮食全要素生产率有显著负向影响。实证结果表明当前“一带一路”沿线国家总体农业结构调整较为合理，农业种植结构按照“比较优势”进行调整，能够结合当地土地及气候条件，使得提升农作物播种面积中粮食作物的比例可以提高粮食生产率。但沿线国家经济发展水平的提升并没有促使农民增加对粮食的投入，因此经济发展水平没有对粮食生产产生带动作用，同时可能由于经济发展水平的提升促使农村劳动力转向非农产业，减少了粮食生产的劳动力资源，从而降低了粮食生产效率。城镇化发展导致高素质农民向城镇转移，使得沿线国家农村劳动力在数量和质量上逐渐减少，对沿线国家粮食生产效率产生负面影响；同时可能由于城镇化发展占用了用于耕作粮食的优质土地，抑制了沿线国家粮食全要素生产率的增长。

4.2.2 稳健性检验

在考虑异方差和内生性的基础上，为了确保本文研究结论有效可靠，本文还实施了以下稳健性检验：为了避免极端值对计量结果的影响，对粮食全要素生产率进行缩尾 1% 处理；为了避免样本时间变量对计量结果的影响，剔除了 1995 年和 2016 年两个端点年份的回归结果，通过调整样本期间验证回归结果的可靠性。表 5 中模型 4 和模型 5 分别为剔除 1% 极端值、剔除端点年份的固定效应回归结果，模型 6 和模型 7 分别为剔除 1% 极端值、剔除端点年份的 FGSL 回归结果。在考虑异方差、内生性、剔除 1% 极端值、调整样本期间后，各解释变量回归结果基本一致，表明本文研究结论具有良好的稳健性。

4.2.3 亚洲和欧洲粮食全要素生产率驱动因素差异分析

表 6 中模型 8 和模型 10 为基准回归，模型 9 和模型 11 为采用考虑固定效应的 FGLS 估计结果，各变量对粮食全要素生产率的影响存在地区差异，各因素对亚洲和欧洲地区的影响方向与总体回归相同。“一带一路”沿线亚洲和欧洲国家的粮食单产水平、经济发展水平对粮食全要素生产率的影响与整体回归的影响性质相同，只是影响程度存在差异，其中粮食单产水平对欧洲粮食全要素生产率的促进作用大于亚洲国家，经济发展水平对欧洲粮食全要素生产率的负面影响大于亚洲国家。农业结构调整程度和城镇化水平在亚欧国家存在较大差异。农业结构调整程度显著促进欧洲国家粮食全要素生产率的增长，但对亚洲国家粮食全要素生产率没有显著影响，表明亚洲国家当前农业结构调整未能发挥其“比较优势”，粮食播种面积的增加能提升粮食产量，但并不能显著增加对亚洲国家粮食生产的贡献；欧洲国家农业结构调整较为合理，能够发挥其“比较优势”，增加粮食播种面积可以增加对其粮食生产的贡献。城镇化水平对欧洲国家粮食全要素生产率有显著负面影响，但对亚洲国家的负面影响不显著，可能由于亚洲国家城镇化水平较低，虽然占用了部分农业用地并吸引了部分农村劳动力，但城镇化发展目前未对其粮食生产产生显著影响，欧洲国家普遍有较高的城镇化水平，当城镇化水平处于较高水平后，继续发展城镇化会占用较多的农村资源，对粮食生产率产生较大影

响。因此“一带一路”沿线欧洲和亚洲国家在粮食生产过程中应注重粮食单产水平的提升，并改善农村富余劳动力生产率；欧洲国家还应注重保护耕地，防止因城镇化发展占用更多耕地，同时提高耕地利用效率。

表 6 粮食全要素生产率驱动因素亚欧对比

变量	亚洲		欧洲	
	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11
粮食单产水平	0.383*** (0.038)	0.283*** (0.038)	0.961*** (0.067)	0.849*** (0.059)
农业结构调整程度	0.133 (0.185)	0.101 (0.109)	0.866*** (0.330)	0.830*** (0.260)
经济发展水平	-0.016*** (0.044)	-0.055*** (0.022)	-0.506*** (0.093)	-0.407*** (0.067)
城镇化水平	-0.476 (0.380)	-0.213 (0.178)	-0.437* (0.454)	-0.233* (0.374)
常数项	-3.128*** (0.538)	-1.729*** (0.318)	-3.562*** (0.849)	-4.052*** (0.577)
双向固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制

5 结论及建议

本文研究发现：①1995—2016年“一带一路”沿线国家粮食全要素生产率总体增长，但提升速度缓慢，技术进步是推进其粮食全要素生产率增长的主要动力，21世纪以来沿线各国粮食全要素生产率差异增大；②沿线各地区粮食全要素生产率在样本期间均实现了增长，中亚地区增长最快，不丹等8个亚洲国家粮食全要素增长率下降，其他国家均有所增长，各国粮食全要素生产率增长状况存在显著差异；③粮食单产水平、农业结构调整程度对沿线国家粮食生产效率有显著的促进作用，经济发展水平和城镇化发展对其粮食生产率有显著负向作用；④各因素对粮食全要素生产率的影响存在地区差异，粮食单产水平显著促进亚洲国家粮食全要素生产率的提高，经济发展水平对其具有显著负向影响，而农业结构调整程度、城镇化水平对其影响不显著。各因素对欧洲国家粮食全要素生产率与整体回归的影响性质相同，仅影响程度不同。

针对以上结论，本文建议中国应合理布局粮食进口来源国，避免过度依赖某个国家，加强与“一带一路”沿线各国的交流，互相借鉴先进的经验，将各国互补优势相结合，增加各国粮食生产溢出效应。具体如下：①加强农业科技合作。中国可向沿线国家提供农业机械等科技援助，推进新技术使用，提高沿线国家粮食单产水平，发挥技术进步的驱动作用。②开展基础设施方面的合作。中国可向沿线国家提供农业基础设施建设的技术支持和经验分享，增强农户对技术的吸收转化能力，改善粮食生产技术效率，使“单轨驱动”地区的技术效率由抑制作用转为提升作用，加强“双轨驱动”地区技术效率对全要素生产率的促进作用。③加强粮食交流与合作。充分利用“一带一路”合作平台，依托中国—东盟自由贸易区、欧亚经济联盟和《区域全面经济伙伴关系协定》等自贸区，通过经验交流、农民职业培训等方式提高沿线国家农村富余劳动力生产效率。

参考文献

- [1] 朱晶, 臧星月, 李天祥. 新发展格局下中国粮食安全风险及其防范 [J]. 中国农村经济, 2021 (9): 2-21.
- [2] 贾琨, 杨艳昭, 封志明. “一带一路”沿线国家粮食生产的时空格局分析 [J]. 自然资源学报, 2019, 34 (6): 1135-1145.
- [3] 孙致陆, 张德凤. 新形势下中国加强利用“一带一路”沿线国家粮食市场与资源研究 [J]. 农业现代化研究, 2021, 42 (5): 827-840.
- [4] SOLOW R M. Technical change and the aggregate production function [J]. The Review of Economics and Statistics, 1957, 39 (3): 21-23.
- [5] BATTESE G E, CORRA G S. Estimation of a production frontier model: with application to the pastoral zone of eastern Australia [J]. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 1977, 21 (3): 169-179.

- [6] FARE R, GROSSKOPF S, NORRIS M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries [J]. American Economic Review, 1994, 84 (1): 66-83.
- [7] 朱丽莉, 钟钰. 我国粮食生产效率与区域差异的实证观察 [J]. 统计与决策, 2015 (17): 93-96.
- [8] 江松颖, 刘颖, 王嫚嫚. 我国谷物全要素生产率的动态演进及区域差异研究 [J]. 农业技术经济, 2016 (6): 13-20.
- [9] 肖红波, 王济民. 新世纪以来我国粮食综合技术效率和全要素生产率分析 [J]. 农业技术经济, 2012 (1): 36-46.
- [10] 张利国, 鲍丙飞. 我国粮食主产区粮食全要素生产率时空演变及驱动因素 [J]. 经济地理, 2016, 36 (3): 147-152.
- [11] 李礼连, 张利国. 长江经济带粮食全要素生产率时空演变及驱动因素实证分析 [J]. 价格月刊, 2017 (6): 77-82.
- [12] 李学林, 李隆伟, 董晓波, 等. 云南省粮食全要素生产率分解研究 [J]. 农业技术经济, 2019 (10): 102-113.
- [13] 李自强, 李晓云, 孙倩, 等. 财政支农补贴能有效提升粮食全要素生产率吗?: 兼顾农业技术环境的调节作用探讨 [J]. 中国农业大学学报, 2021, 26 (8): 236-252.
- [14] 卓乐, 曾福生. 农村基础设施对粮食全要素生产率的影响 [J]. 农业技术经济, 2018 (11): 92-101.
- [15] 李怡萌. “一带一路”沿线国家粮食安全问题及中外合作机遇 [J]. 世界农业, 2018 (6): 29-36.
- [16] 孙致陆, 李先德. “一带一路”沿线国家粮食发展潜力分析 [J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2017 (1): 32-43+141.
- [17] 邹嘉龄, 刘卫东. 2001—2013 年中国与“一带一路”沿线国家贸易网络分析 [J]. 地理科学, 2016, 36 (11): 1629-1636.
- [18] 陈艺文, 李二玲. “一带一路”国家粮食贸易网络空间格局及其演化机制 [J]. 地理科学进展, 2019, 38 (10): 1643-1654.
- [19] 韩冬, 李光泗. 中国与“一带一路”沿线国家粮食贸易格局演变与影响机制: 基于社会网络学视角 [J]. 农业经济问题, 2020 (8): 24-40.
- [20] 马文杰. 我国粮食综合生产能力研究 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2006.
- [21] 陈俊聪, 王怀明, 张瑾. 农业保险发展与中国农业全要素生产率增长研究 [J]. 农村经济, 2016 (3): 83-88.
- [22] 余航, 周泽宇, 吴比. 城乡差距、农业生产率演进与农业补贴: 基于新结构经济学视角的分析 [J]. 中国农村经济, 2019 (10): 40-59.
- [23] 尹朝静. 科研投入、人力资本与农业全要素生产率 [J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2017, 16 (3): 27-35.
- [24] 李礼连, 张利国. 长江经济带粮食全要素生产率时空演变及驱动因素实证分析 [J]. 价格月刊, 2017 (6): 77-82.
- [25] 武宵旭, 葛鹏飞, 徐璋勇. 城镇化与农业全要素生产率提升: 异质性与空间效应 [J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29 (5): 149-156.
- [26] 李金锴, 陈玉颖, 刘合光. 城镇化背景下中国农业全要素生产率的增长性与协调性分析 [J]. 世界农业, 2021 (2): 35-44+131.

Spatio-temporal Evolution and Driving Factors of Grain Total Factor Productivity in Countries along the “Belt and Road”

HUANG Peipei WEI Feng

Abstract: This paper uses the DEA-Malmquist index to measure the total factor productivity (TFP) of grain in forty-nine countries along the “Belt and Road” from 1995 to 2016, explores its temporal and spatial evolution and analyzes its driving factors. The results show that, overall growth of grain TFP in Countries along the Belt and Road, technological progress is the main driving force for the growth of total factor productivity of grain; all regions along the “Belt and Road” achieve growth in grain TFP, among which Central Asia has the fastest growth; there are significant differences in grain TFP among countries; grain yield and the degree of agricultural structure adjustment have a significant promoting effect on grain TFP, while the level of economic development and the rate of urbanization have a significant negative effect on it, and the effects of various factors on grain productivity are significant different. Finally, this paper puts forward feasible suggestions for the future direction of grain cooperation that China can strengthen agricultural science and technology cooperation, carry out cooperation in infrastructure, and strengthen grain experience exchange and cooperation with countries along the “Belt and Road”.

Keywords: The “Belt and Road”; Total Factor Productivity; Grain

国外乡村产业发展经验及对中国乡村产业振兴的启示

◆ 廖菁¹ 邹宝玲^{1,2}

(1. 西南大学经济管理学院 重庆 400715;

2. 西南大学农村经济与管理研究中心 重庆 400715)

摘要: 乡村产业发展是全面实现乡村振兴的物质基础。目前中国迈入第二个百年奋斗新征程,要以全体人民共同富裕作为着力点,更好地满足人民日益增长的美好生活需要,乡村产业发展将被期待在此阶段发挥更大作用。但目前中国乡村产业仍存在科技创新能力与产业投资力度不足、产业品牌体系不完善等问题,而不少发达国家的乡村产业发展走在前列并提供了经验借鉴。为此,本文选取亚洲、欧洲和美洲6个具有代表性的国家,以考察乡村产业发展的异质性及其探索路径。结果发现,国外乡村产业发展主要得益于政府和市场协同发力、有效互补,形成了宏观调控有度、市场经济运行有效的乡村产业发展环境,由此培育了农业企业、合作社、家庭农场等组织化、规模化经营主体,有力地促进了乡村产业转型升级,实现了乡村产业链的延伸,期望能够对推进中国乡村产业振兴提供借鉴。

关键词: 乡村产业发展; 产业振兴; 产业链; 宏观调控; 市场机制

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.05.002

1 引言

随着2020年中国全面打赢脱贫攻坚战,如何逐步实现全体人民共同富裕也成为新阶段的重要议题。2021年8月17日,习近平总书记在中央财经委员会第十次会议上指出“促进共同富裕,最艰巨最繁重的任务仍然在农村”。2021年8月25日,习近平总书记在河北承德市考察调研时强调“产业振兴是乡村振兴的重中之重。”由此可见,乡村产业发展在深入实施乡村振兴战略中的重要地位。产业是发展的根基,乡村产业发展是有效解决中国城乡发展不平衡、农村发展不充分的重要途径,也是促进全体人民共同富裕的重要前提。实际上,中国乡村产业发展一直备受关注,经历了以传统种养产业为主,到乡镇企业引领的工业化发展

收稿日期: 2021-09-11。

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接研究”(21ZDA062), 国家社会科学基金重点项目“深入实施藏粮于地、藏粮于技战略的路径与政策研究”(21AZD032), 国家社会科学基金一般项目“返乡创业赋能乡村产业振兴的长效机制与政策研究”(21BGL078), 国家社会科学基金青年项目“地位寻求视角下农村居民住房消费行为及其效应”(17CJY031)。

作者简介: 廖菁(1997—),女,重庆合川人,硕士研究生,研究方向: 农村经济发展, E-mail: 1239249587@qq.com。

通信作者: 邹宝玲(1990—),女,湖南永州人,博士,副教授,研究方向: 农村组织与制度、农村经济发展, E-mail: zoubaojing@swu.edu.cn。

阶段,再到多元化发展阶段。为了实现农业农村现代化,更好地满足人民日益增长的美好生活需要,党的十八大以来,特别是随着乡村振兴战略的提出,如何促进乡村一二三产业融合发展成为乡村产业发展的核心。现阶段,中国乡村产业发展面临着新的社会经济环境,如农村数字经济基础设施、物流条件的逐渐改善,农产品电子商务、农产品精深加工、农村创新创业、“农业+”新产业新业态等蓬勃兴起。那么,如何顺势而为,深入挖掘乡村产业新功能、新价值,进一步推动乡村产业转型升级,是目前中国乡村产业发展面临的新挑战。

除了新挑战,乡村分布广袤、区域发展不平衡等问题仍旧存在,为此中共中央、国务院在2020年发布了《关于实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接的意见》,设立5年过渡期来分类推进巩固拓展脱贫攻坚成果和乡村振兴发展,并要求到2025年乡村产业质量效益和竞争力进一步提高。由此可见,中国乡村产业发展依旧任重道远。纵观全球,世界主要发达国家都进行过乡村社会经济探索和实践,并取得了一定成效,形成了关于乡村产业发展的典型经验。因此,本文从亚洲、欧洲和美洲各选取了2个典型发达国家,共6个国家作为研究对象,分析其乡村产业发展历程和经验。选取多个国家案例进行研究,既可以形成洲际、国家之间、产业之间等多层次的横向比较,以此加深对于不同制度文化背景下的国家乡村产业发展的认识,又可以根据典型国家的特点,对照中国各地区乡村产业发展现状及其比较优势,机动地选择合适的经验借鉴,可能更有益于中国乡村产业振兴的推进。

近年来,不少国内学者对国外诸多国家的乡村发展战略、产业发展模式等进行了梳理和分析。乡村产业发展较好的是欧美国家,这些国家很大程度上反映了现代乡村产业发展格局,如以荷兰、美国为代表的农业产业集群发展,认为现代农业产业集群发展必须立足区域比较优势^[1]。而法国现代农业的发展,则倡导绿色、环保与可持续的发展理念,其农业现代化的时间短、成效大的基本经验在于重视科学规划基础上的高度专业化,重视发挥合作社的重要支点作用,重视“教学、科研、推广”一体化体系建设,重视发挥各项制度的规范、引导和支持作用^[2]。李翔总结了加拿大农业发展经验,发现农场规模化、生产专业化、生产科技化、有机农产品是加拿大农业发展的重要举措^[3];王克研究了加拿大农业支持政策,认为制度建设是农业保险成功的重要保障^[4]。汪明煜和周应恒总结了法国乡村发展经验,认为依托合作化政策、重视立法、推进城乡融合、加强土地管理、促进三产融合、加强人才培养是推动农业农村现代化发展的核心要素^[5]。相比之下,亚洲国家的乡村产业发展相对薄弱,更多是以精耕细作经营模式下的传统农业为基础,聚焦产业链的延伸及其对小农户的带动。例如,日本提出了“六次产业化”农业发展战略,认为推进农业“六次产业化”的过程本质上就是推进农村一二三产业融合发展的过程^[6];马源和梁恒对韩国六次产业政策与发展情况进行了解读,认为发展农村复合产业是促进农村经济发展的关键^[7];石磊从经济和政治背景、创办方式和演变动力三个方面对韩国“新村运动”进行了评述^[8]。

总体来看,已有研究从丰富的视角、不同的样本国家或地区揭示了乡村产业发展的国际经验,为后续研究提供了扎实的基础。但是,相关研究更多是针对某一个国家或地区的乡村产业发展进行深入分析,其经验措施等可能更多的是针对某一个方面,只能窥见一斑,而未能广泛适用于中国乡村产业发展,带给我们的启示还比较有限,而且横向比较相对缺乏。因此,本文将考虑中国乡村产业发展和其他国家的差异,丰富研究样本,综合选择具有一定相似性的亚洲国家——日本、韩国,农业生态产业效果显著的欧洲国家——荷兰、法国,以及乡村产业发展体制机制相对完善的美洲国家——美国、加拿大,作为研究对象。基于此,从6个国家的乡村产业发展实践中,提炼其经验的共性和差异性,不仅能够更好地博采众长,从不同的国家乡村产业发展历程和有成效的实践中获得启发,还能够观察不同国家如何根据形势,因地制宜、分类施策,从而取得乡村产业发展的效果,最终得出有助于中国乡村产业发展的启示。

2 国外乡村产业发展实践

本文选取了来自亚洲(日本、韩国)、欧洲(荷兰、法国)以及美洲(美国、加拿大)的具有一定代表

性的6个国家。其中,日本、韩国作为亚洲国家的代表,在诸多方面与中国具有相似性,如相似的文化底蕴、人多地少的基本国情等;欧洲国家最早开启了工业化进程,也最早开始进行乡村发展的探索,形成了丰富的先进经验,荷兰和法国是较早开展乡村景观规划的欧洲国家^[9];美洲国家中,美国推进乡村发展的过程历经了80多年时间^[10],加拿大乡村建设亦经历了兴衰历程^[11],两者作为现代农业大国均能够为中国乡村产业发展提供重要启发。

2.1 亚洲国家:日本、韩国

2.1.1 日本

日本是一个人多地少、自然灾害频发、农业资源禀赋非常稀缺的国家。1986年,明治政府废除了封建制度,以促进农业发展。20世纪初至20世纪30年代,受战争、经济危机影响,日本农业发展衰退^[12]。日本政府为缓解农业发展的衰退,减轻农民负担、保障农民利益,制定《稻米法》,保护稻米价格;废除了土地封建制度,租佃调节,创设自耕农,实行农地私有。20世纪40年代至20世纪50年代,在第二次世界大战结束后,战败的日本农村农业生产停滞、耕地面积狭小且分散。提高土地利用率、提升农民组织化程度成为该时期日本农业发展的目标。因此,日本通过开展土地改良运动提高土地利用率,通过组建农业协同工会提升农民组织化程度。20世纪60年代至20世纪末,日本在城市化进程中,为了能够最快完成以都市为重心的工业现代化,将都市和农村(地方)分离,优先发展都市,导致工业和农业的不均衡发展越发严重,不少乡村社会问题产生^[13]。对此,日本在1961年制定了《农业基本法》,主要目的在于促进农业生产,确保农业产量。随着农村劳动力的分化、转移而进行了政策调整,在1999年发布新农业基本法——《食物、农业、农村基本法》,树立农业的多功能开发、可持续发展和农村振兴理念^[14]。至此,日本农业迅速发展,现代化农业模式初步建成,乡村产业发展取得了不错的成果。基于日本乡村产业发展实践,日本乡村产业的发展实则 是以“六次产业化”的发展为导向,结合配套的政策措施共同促进乡村产业发展。

(1) 以“六次产业化”为核心推进乡村产业发展创新。“六次产业化”是指农村第一、第二、第三产业之和,旨在通过农业生产向第二、第三产业延伸,通过三产融合,构建完善的农业产业链^[15]。据此,日本政府整合经营计划,推进农业、工业、商业充分发展合作,以工带农、以商促农,运用工商业带动产业融合发展,促进农业产业链和价值链的延伸^[16]。由此,日本乡村产业发展进行了一些调整和创新,主要表现为:①发挥区域优势,打造特色农产品的产业基地,如水产品基地(姬岛村、鹤见町)、菇产业基地(大田村、国见町和潼町)、草莓产业基地(佐伯市、挟间町)等^[17];②通过发展本地农产品加工、开设直销店、发展观光农园以及农家餐厅等,促进产业链延伸,提升农业价值链,既能更好地迎合消费者需求,又能将外流的产品附加值和就业岗位内部化,还促进了产业集群效应的实现^[18];③地产地销,即当地生产的农产品在当地消费,一是以本地产品为加工原料以代替外地引进的产品,二是以本地加工产品代替原料产品输出,将加工、流通、消费等环节内化于农村地域内部^[19]。

(2) 配套政策的有力保障。日本政府除了出台《农工商合作促进法》(2008年)、《城市农业振兴法》(2015年)等政策加强支持外,还推出了一系列财政补贴,如对新产品开发和市场拓展的支出补助从1/2增加到2/3,对新的农产品加工、销售所需的设备购买建设支出给予50%的补助^[19]。在资金上,日本公库设立专项资金支持“六次产业化”相关经营主体发展,包括农业经营基础强化资金、农业改良资金、食品流通改善资金、农林渔业设施资金等^[20],同时根据行业设立农业、林业和渔业产业成长基金^[16]。在法律上,2011年《六次产业化、地产地销法》的颁布标志着日本首次以立法的形式将发展“六次产业化”定位为其当前农业政策的重要战略方向之一^[21]。在智力支持上,日本在普通高中便设立了农业教育课程,而一般性的综合大学也大都设有农学部,推进了涉农人才培育,并设有全国性的农业科研试验网,加强创新性技术研发和保护,重视研发开发和成果利用。

2.1.2 韩国

韩国的国情与日本大致相似,同样是人多地少、农业资源禀赋较为稀缺的国家。20世纪50年代,朝鲜

战争期间,韩国的经济受到重创。20世纪60年代,为了促进经济复苏,韩国实行了两个经济开发五年计划,助推韩国农业走向正轨。但韩国的城乡差距还是在10年间急剧拉大,农业生产难以维持农户生计,乡村人口大规模涌向城市,乡村人口存在严重的季节性失业问题。于是,在20世纪70年代,政府发动了一场由上至下进行动员的综合性乡村发展运动——“新村运动”^[22]。“新村运动”的组织有序性、规划科学性、政策有力性,有效地推动了乡村产业发展。

(1)“新村运动”是自上而下的组织动员。“新村运动”由韩国民政部负责计划和执行,中央其他部门则被列入支持性机构,并成立“中央新村运动咨询与协调委员会”,负责政策制定工作,以协调中央各部门^[8]。这种模式被道、市、县各级政府以及最基层的行政镇层层复制,而每一个乡村社区(村庄)则成立一个村发展委员会,负责本村“新村运动”的组织执行,并由政府任命一名公务人员作为“新村运动”的领导人。此外,村民大会还会选出两人作为“新村领袖”,志愿服务于“新村运动”,为运动的开展建言献策^[23]。

(2)“新村运动”对产业的促进作用。“新村运动”的第二阶段以发展生产和增收项目为主,除了完善农田水利、市场渠道和设施等建设,还发展养殖业和畜牧业,推广农业新技术和高产优质品种,建立新村工厂(村办企业)发展非农产业,新增有薪酬的就业机会等项目^[8]。

(3)六次产业政策在韩国的本土化。韩国的乡村产业发展主要是借鉴了日本“六次产业化”的发展思路。一方面,政府引导乡村建设农产品生产与加工工厂,形成乡村工业园区,发展集生产、加工、销售等为一体的现代农业经营模式^[24];另一方面,以当地农村或农民作为改革的主体,整合当地的自然资源、人力、文化资源,促进产业化的升级创造,从本质上改变农业发展的模式^[16]。政策支持上,韩国在金融、市场、外贸、设施、景观、地域开发、技术研发、评估等方面出台了86个与六次产业相关的支援政策^[7]。2015年,韩国农林畜产食品部颁布了《农村融复合产业培育及支援法》,在农村融复合产业培育及支援计划的实施、农村融复合产业基础设施建设及支援、农村融复合产业地区认定及培育等方面为韩国农村融复合产业的发展提供了法律保障^[25]。

综上,由于亚洲国家的乡村产业发展大多立足于以家庭经营为主的传统农业,相对分散,较难实现规模经济,因而其乡村产业发展的重心在于通过产业链的延伸实现产业增值,如日本推行“六次产业化”发展,韩国也据此推进农村融复合产业培育。同时,分散经营导致乡村产业发展内生动力不足、相对缓慢,更依赖政府自上而下实施有关举措,从资金支持、法律支持、智力支持等多维度保障乡村产业发展。

2.2 欧洲国家:荷兰、法国

2.2.1 荷兰

荷兰的农业发展受自然环境制约较大。在气候方面,荷兰处于高纬度地区,阳光照射不足,不利于大田作物的种植生长;在地形方面,荷兰多为低地,土地容易受到海水泛滥的威胁,影响着农业的发展;在土地资源方面,土地资源受限,能发展农业生产的空间有限^[12]。19世纪后半期至20世纪40年代,荷兰政府加强农业干预与保护力度,促进了农业合作组织的发展,为农业进一步发展奠定了基础。20世纪50年代至20世纪80年代,荷兰通过调整农业结构,形成了以园艺业和畜牧业为主的农业结构,随后,又通过调整农业生产结构,缓解了土地资源短缺的状况。20世纪80年代至21世纪,“链战略行动计划”的实施和创意农业产业链模式的实施,让荷兰成为欧盟农业高度发达的国家,土地生产率世界第一、设施农业世界一流、农产品出口贸易总量位居世界第二位^[26]。20世纪初,荷兰政府强化政策对于产业链和价值链的试点项目的扶持力度,进一步推动其农业产业各个环节的有效联动和协同,形成完善而系统的产业体系。

(1)“链战略行动计划”的实施对农业提档升级的作用。荷兰的“链战略行动计划”围绕创意农业产业链,推行专业化和规模化生产,加强对农业产业链的协作和整合,将农作物的产供销融为一体,实现农业、工业和商业的有机结合,形成了风险共担的利益共同体,共享产业链的积聚外部效应^[26]。荷兰以集约化、专业化、高新技术与现代化管理模式为特点,深度融合农村一二三产业,在高效的农业产业链基础上打造了产业集群,创造了荷兰农业的一个个奇迹^[27]。以荷兰园艺业为例,已经形成了包括研究开发、生产组织、市场

营销到物流管理的高效完整产业链网络,有很强的市场竞争力,特别是荷兰花卉产业,其鲜花销售量能占世界 70%之多。荷兰还借鉴花卉产业经验,按集群模式生产优质蔬菜等^[1]。

(2) 重视科技兴农。为了克服资源匮乏劣势,荷兰引入先进的科学技术,采用先进的装备和精细化设施,大力发展温室农业,提升农产品品质和科技含量。以花卉产业为例,在研发和育种上,每一种花都设有专业的育种公司进行研发;在生产环节上,荷兰采用现代化温室栽培技术,利用电脑控制,对播种、栽种、收获和包装的各个环节都采用机械化作业,努力提高产量;在储存和销售环节上,荷兰花卉有专业的冷库储藏技术;在运输环节上,荷兰发达的航空物流为农产品的运送提供了便捷的途径^[26]。

(3) 强调农业社会化服务的供给。为了更好地提供农业发展的社会化服务,荷兰在 1874 年就成立了消费合作社,而后逐渐发展,从分散到集中,既有综合性的,又有专业性的,更好地对农业的产供销进行全程服务,形成了完善、高效、便捷的农业社会化服务体系^[28]。且相对于其他农业强国,荷兰的农业生产服务业发展水平也比较高,社会和个人服务业、批发零售贸易业、商务服务业占农业总投入的比重较高^[29]。

2.2.2 法国

法国拥有较好的农业资源禀赋,是欧盟最大的农业生产国,也是世界主要的农副产品出口国。法国农业产业能取得今天的成果,也经历了由弱到强的过程。19 世纪 50 年代之前,法国农业以小农经济为主导,农业整体发展缓慢,农业产品品种较为单一。随着市场经济的发展与工业革命的推动,法国农业也从传统的小农经济转向资本主义商品农业。法国乡村产业的快速发展主要是从 20 世纪 60 年代开始,乡村发展理念转变为提高国民福祉,促进城乡、人与自然和谐发展,注重农业可持续性以及农村社会经济的多元化^[5]。在产业发展上,法国通过统筹规划、三产融合、科技引领推动乡村产业深层次、高标准地综合性发展,实现农业农村的现代化。

(1) 科学统筹规划,形成产业布局。为了推进农业产业发展,法国加强了农业用地管理,全面推进农业生产的规模化、专业化。20 世纪 60 年代,法国的家庭分散经营逐渐减少,转变为以规模农场、合作社以及农业公司经营为主,并且各经营主体面积平均在 200 公顷以上,规模经营农用地占据全国农用地总面积的 93%^[2]。同时,法国按照“平原发展种植业,丘陵发展畜牧业,山地发展果蔬业”的生态适应性要求,进行了产业布局规划,最终形成了以巴黎盆地为中心的粮食生产区、南部山地果蔬区和西部高原畜牧业三大重要产地^[30]。

(2) 三产融合组成产业利益共同体。法国在乡村产业发展中,强调联合农业相关部门,如工商、物流运输、金融等部门构建利益共同体,进而发挥技术、资本的集聚效应。另外,以传统种养业为基础,通过特色农产品和参与式、体验式休闲农业发展乡村旅游产业,延伸农业产业链,并从其中衍生的餐饮、住宿等全方位的配套服务产生经济收益。

(3) 培育乡村人才,提升产业科技含量。为了应对乡村人才流失,法国大力发展涉农职业教育,从资格认证和优惠政策两个方面激励农户参与职业教育和培训,并吸引各类人才下乡创业就业。法国专门从事农业技术教育的机构有 1 000 家左右,教育内容覆盖农作物栽培、畜牧、农产品加工、物流运输和环境保护等。科研方面,法国政府直接给予高达 25 亿欧元的财政预算,并以问题导向、市场导向,组建一支数量庞大、类型多样的农业科研队伍^[31]。

综上,由于第一次工业革命发生在欧洲,为欧洲国家创造了良好的科技基础,因而欧洲国家的乡村产业发展能够更好地凭借科技手段进行农业产业开发,并实现增值。荷兰的“链战略行动计划”就很好地诠释了科技兴农的路径;法国借助产业科学技术、科研队伍的投入,也实现了乡村现代化发展,形成高标准、深层次的乡村产业发展格局。

2.3 美洲国家:美国、加拿大

2.3.1 美国

美国的农业资源非常丰富,人均耕地面积大,是全球农业最强大的国家,不管是农业生产力还是农业产业链,都具有很强的市场竞争力。其农业产业化可以划分为三个阶段:阶段一是 19 世纪 60 年代至 20 世纪 30 年代,土地向资本方集中,农民转为产业工人,由规模化生产实现农业产业的转型升级;阶段二是 20 世

纪 40 年代至 20 世纪 70 年代, 农业机械设备的普及与运用, 为农业注入高科技的力量; 阶段三是 20 世纪 80 年代至今, 现代科技与智能技术的应用, 实现农业产业链的前后延伸, 以及农业价值链的拓展^[32]。总体而言, 美国农业产业发展依赖于农业企业化经营转型、农业科技的力量以及政府的保障性措施。

(1) 农业企业化推动农业专业化发展。土地的农民私人所有制推动了美国家庭农场的迅速扩张, 但在市场经济的优胜劣汰以及设备农业的可得性中, 农业经营单位逐渐转变为以股份公司为主^[33]。在市场分工不断深化下, 农业企业经营的专业化水平也不断提高, 不仅体现在不同的农产品集中连片的生产区域, 还体现在每个农场专门生产某种特定农产品或进行某种农产品特定环节的生产经营, 由此形成了分工细致, 但相对完整的产业体系。

(2) 农业科技带动农业产业链变革。从 19 世纪后期开始, 农业生产的机械化、生物技术、信息技术等发展, 促成了美国农业的“绿色革命”。为了进一步发挥科技的力量, 美国构建了以大学为主导的技术研发推广体系, 通过政府拨款、公益基金、市场主体资助等多种资金渠道支持农业技术研发和推广, 并通过有效的激励机制、绩效考核机制和成果转化收益机制, 确保科技研发和推广人员的稳定性^[34]。

(3) 政府的保障性措施推动农业发展。一是从法律层面奠定农业发展的重要地位, 明确了农业发展方向, 激励资本投资农业产业; 二是提供有力的农业保护和支持政策, 从农业科研、教育、森林、能源等多方面保障了农民的优惠权益, 并建立农业发展的信贷基金制度维持农场资金的有效运转^[35]; 三是构建完善的农业补助政策, 以直接补贴、反周期补贴、灾难援助、交易援助贷款、出口补贴等保障农场主基本收益、维护农业生产安全。

2.3.2 加拿大

加拿大地域辽阔, 农业资源丰富, 农产品出口量居世界第三位, 是全球农业高度发达的国家之一。20 世纪 40 年代, 加拿大基本实现了农业机械化。20 世纪 50 年代, 加拿大从粮食进口国转变为粮食出口国, 逐步形成发展优势产品。20 世纪 60 年代, 加拿大基本实现了农业现代化发展^[35]。现代农业成为加拿大极具优势的产业之一。总体而言, 加拿大农业的现代化主要得益于政府的有力推进, 从法律法规、政策支持、资金投入等全方面促进农业现代化发展, 以及农业与其他关联产业的紧密结合。

(1) 政府统筹下的现代农业发展。加拿大推行发展生态农业, 在 20 世纪 50 年代就开始推行耕地保护性技术, 制定《草原农场复兴法》《环境保护法》等法律法规, 还成立了农业环境保护机构, 构建了农业用地补偿机制, 从多个层面保障生态农业发展。为了促进农业的规模化, 由政府因地制宜进行统一的规划, 培育规模经营主体, 进行集中种植(养殖)。也正由于生产的集中化、专业化, 病虫害防治、良种选育、检疫检验、营销管理等活动更有针对性, 又进一步强化了加拿大各区域农业生产的规模效应。

(2) 为农业发展构建完善的支持政策体系。自 2000 年以来, 加拿大就推出了针对商业农场的商业风险管理, 具体包括: ①农业稳定计划, 旨在提供农场收入保险; ②农业投资计划, 旨在保证农场经营的现金流动性, 开设农场特定账户, 并由政府进行等额配套; ③农业保险计划, 旨在缓解生产所面临的自然风险; ④农业恢复计划, 旨在提供事后的灾后援助计划; ⑤农业风险支持计划, 旨在支持研究农业领域的创新项目试点计划^[4]。

(3) 农业与关联产业紧密结合。为了促进农业产业发展, 加拿大将农业与食品加工工业、贸易紧密结合, 由此发挥产业链延伸的乘积效应。2000 年统计数据显示, 加拿大食品加工工业和贸易所创总产值和劳动就业机会均达到传统农业的 5 倍。在具体的产业化发展中, 加拿大通过“合作社+农业生产者”“专业协会+农业生产者”的模式, 建立生产、加工、管理和销售等多环节相连的产业链; 通过订单农业, 建立企业与农业生产者之间的联系, 订制与市场需求相适应的农产品也使农业生产具有一定的靶向性, 促进了农产品的商品化程度, 有利于提高农业经济效益^[36]。

综上, 得益于资源禀赋优势, 美国和加拿大可以形成专业化的农业产业发展模式, 提升土地生产率与劳动生产率, 进而实现规模效应。此外, 专业化的社会分工, 亦能通过产业链、价值链实现资源整合、产业整合, 从而构建起现代化乡村产业体系, 有效地推进乡村产业发展。

总体而言，以上 6 个国家关于乡村产业发展的举措可以总结归纳如表 1 所示。

表 1 6 个国家乡村产业发展举措

国家	政府宏观调控	市场经济
日本	《食物、农业、农村基本法》《农工商合作促进法》《城市农业振兴法》《六次产业化、地产地销法》	“六次产业化”发展，促进三产融合，地产地销
韩国	《农村融复合产业培育及支援法》和“新村运动”	因地制宜推行六次产业发展
荷兰	“链战略行动计划”	创意农业产业链发展，形成产业集群优势，农业社会化服务完善
法国	农业用地管理，统一产业布局规划；涉农职业教育，农业科研资金支持	延伸产业链，聚焦乡村旅游，从配套服务中获取经济收益
美国	“绿色革命”，农业保护和支持政策，政府拨款支持农业技术研发和推广	培育农业企业，由土地密集型向资本密集型转化
加拿大	《草原农场复兴法》《环境保护法》，农业用地补偿机制，农业发展支持政策体系，针对商业农场的商业风险管理	农业与食品加工业、贸易紧密结合，合作社、专业协会、企业等多元化发展

3 国外乡村产业发展的经验总结

不管是与中国资源禀赋、文化背景比较接近的日本、韩国，还是农业高度现代化、规模化的欧美国家，其乡村产业发展都取得了一定的成效。这 6 个国家的乡村产业发展经验既有共通之处，又有结合具体国情的差异之处。

3.1 乡村产业发展的经验共性

从这 6 个国家的乡村产业发展路径来看，其成功得益于政府“有形的手”和市场“无形的手”双管齐下，构建了宏观调控有度、市场机制有效的乡村产业发展环境，由此很好地支持了乡村产业的升级转型，更重要的是激活了微观主体高质量参与乡村产业发展的内生动力。

第一，政府进行有效的宏观调度。农业本身就因自然依赖性较强而成为高风险性的领域，又因其生产经营所具有的季节性、时令性、周期性等局限性，导致处于弱势处境，而且其具有较强的外部性，更需要政府的扶持。因而，各国政府运用法律手段、经济手段、行政手段、财政手段等，从法律层面、政策层面、资金层面对于农业发展给予了大力支持，从农业保护与支持政策改善农业的抗风险能力，营造农业产业较好的投资环境。而且政府也对产业进行了统筹规划，优化产业布局，对涉农产业进行引导和监管。然而，政府对于农业的保护与支持政策只是为农业产业的发展提供了基础性的保障，能够在农业产业发展初期给予一定的帮助，要真正推进农业产业发展，形成稳定有效的盈利能力并不能完全依赖于政策的扶持，还需要市场经济的力量。

第二，引入市场机制，提升农业产业竞争力。在农业产业发展过程中，一方面，上述各国政府通过购买服务、农业信贷、农业保险等对农业进行更有效率、更有针对性的帮扶；另一方面，完善农业市场体系，培育农业企业、农业合作社、家庭农场等，打通农业要素市场、农产品市场和消费市场。在市场导向下，市场竞争机制、供求机制、价格机制等将倒逼农业企业与其他经营主体不断调整、优化农业产业结构，提升农产品质量，延伸农业产业链、价值链。并且，市场经济的发展以及市场主体的逐利性，也会使得农业经营主体更有动力采纳新技术，以名优特产形成差异化的市场战略，从而增强自身的市场竞争力而盈利，激活了农业领域微观经营主体的内生发展能力。

综上所述，可以将上述逻辑归纳如图 1 所示，即政府力量和市场力量共同推进了农业产业的发展。

3.2 乡村产业发展的经验差异

这 6 个国家的乡村产业发展路径显示了，在不同的发展阶段，基于不同的基础环境、市场环境、文化环境等，需要实施差异化的乡村产业发展战略。

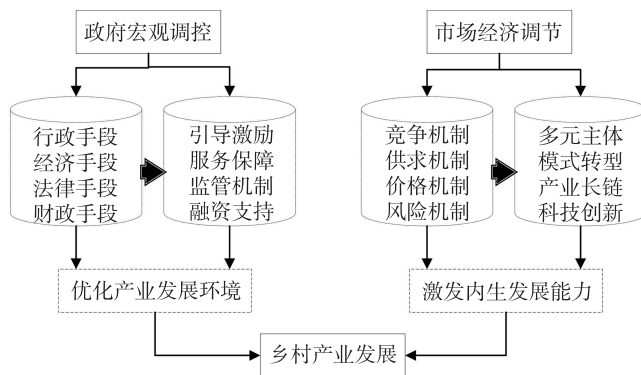


图1 6个国家乡村产业发展逻辑

第一，从发展阶段来看，乡村产业发展可以主要划分为以传统种养业为主的阶段、初级工业化阶段、多元化发展阶段、现代化产业发展阶段。其中，以传统种养业为主的阶段，重点在于提高农业生产效率，而提高效率的途径也是多元的，需要因地制宜。例如，日本、韩国主要面临的是分散化的小农经营问题，采取的策略是成立专业合作社或协会来组织农业生产，或者为农业产业发展提供服务，进而提升其组织化程度；而美国、加拿大农业生产资源有比较优势，则实施专业化策略，形成专业化分工，采取现代化农业生产技术和手段，从有效的分工和规模经营中谋得发展。要迈向初级工业化阶段和多元化发展阶段，主要依赖于政府对于市场主体的培育，如日本、韩国两国政府大力引导乡村围绕农产品加工，建设乡村工业园区；而欧美国家则以资本密集型为主导，扶持规模经营的农场主，延伸产业链，推动多元化的乡村产业发展。要进入现代化产业发展阶段，一方面，主要依赖现代化农业科技，包括科研技术的投入、科研人员的培养、相关产业链的整合等，如荷兰正是在技术基础、产业基础相对成熟的前提下，实施“链战略行动计划”；另一方面，在于乡村产业发展理念的转变，如法国乡村产业发展转为强调人与自然的和谐，重视农业的可持续性。

第二，从发展环境来看，资源环境对于乡村产业发展具有非常重要的影响。例如，日本、韩国两国产业发展基础一个显著的特点就是人多地少，乡村产业发展战略重于发挥劳动力优势，发展劳动密集型产业，并注重土地集约型技术的应用；而欧美国家劳动力相对较少，则倾向于采用机械化技术去弥补劳动力短缺弊端，采取的是资本密集型策略发展乡村产业。从市场环境来看，以小农经济为代表的日本、韩国两国，分散化的农业经营导致专业化分工发展相对缓慢，且由于自给自足模式的大量存在，农产品市场经济、农产品物流行业等并没有那么完善，因而其乡村产业发展过程中，强烈依赖于政府营造市场经济发展基础；而欧美国家的乡村产业发展，资本导向较强，政府更多是从制度、法律、服务等方面提供支持。从文化环境来看，由于精耕细作的农业传统，日本、韩国两国更倾向于以村集体为单位进行合作，推动产业发展；而欧美国家则以农场主为主导，发展的独立性较强，也导致政府在乡村产业发展中的职能发挥存在一定的差异性，另外，欧美国家的科研成果社会化转化率比较高，科技创新的重视度较大，也能够乡村产业发展中发挥更大的作用。

4 中国乡村产业发展存在的问题与国外经验借鉴

结合国外乡村产业发展的经验，对中国乡村产业发展中存在的问题进行分析，找到发展中国乡村产业的突破点，因地制宜借鉴国外有益经验，助力中国乡村产业可持续发展。

4.1 中国乡村产业发展存在的问题

产业兴旺是乡村振兴的基石。在此，结合国外乡村产业发展经验，分析中国乡村产业在发展过程中存在的主要问题。

第一，监管机制有待加强。乡村产业的发展离不开政府的监管，如果没有建立完善的监管制度体系，会给乡村产业发展带来负面影响。2021年6月，《中华人民共和国乡村振兴促进法》正式施行^[37]。其中，关于

乡村发展的监督检查,主要是从政府层级对乡村振兴工作进行监督检查,条例内容较为宽泛,缺少关于乡村产业发展监管的法律制度体系。

第二,科技创新能力不足。高新技术是发展现代化农业的驱动力,科技创新更是乡村产业发展源源不断的动力。2021年11月,《“十三五”中国农业农村科技发展报告》发布中国农业科技整体实力进入世界前列,农业科技进步率达到60%。然而,早在2003年,美国的农业科技贡献率就已经突破了60%^[38],日本更是高达70%以上^[39]。由此可见,中国的农业科技贡献率还有提升空间。

第三,乡村产业投资力度不足。乡村产业的发展离不开资金的支持,国家财政的投入是发展乡村产业资金的主要来源。2010—2016年,国家各级财政支出中投入“三农”领域的财政资金占比为15%左右,包括农村基础设施建设、农村教育、农民保险等“三农”领域的投入^[40]。由此,这一比例相比于国外农业农村的投入,还是存在较大差距,而投入不足可能会影响乡村产业发展所需要的基础设施建设、科技研发等。

第四,乡村产业品牌体系不完善。乡村振兴靠产业,产业的振兴靠品牌^[41]。2018年,农业农村部发布《农业农村部关于加快推进品牌强农的意见》,文件强调“品牌强农是推进农业供给侧结构性改革的现实路径”^[42]。然而,全国有近3万个乡镇,仅有399个“一村一品”示范村镇^[43],532个中国美丽休闲乡村^[44]。可见,中国特色农产品、休闲农业的品牌建设还有待加强。

4.2 国外乡村产业发展经验借鉴

从覆盖亚洲、欧洲和美洲的日本、韩国、荷兰、法国、美国、加拿大6个国家乡村产业发展的经验来看,政府和市场的有效结合能够对乡村产业发展起到至关重要的作用,表现为政府的宏观调控优化了乡村产业的发展环境,而市场经济的效率导向则激活了农业经营主体的内生发展动力,两者共同促进了乡村产业的发展。6个国家的乡村产业发展历程和探索实践给中国乡村产业带来了不少启示,然而值得注意的是每个国家的乡村产业发展都是基于一定的政治、经济、文化环境,因而在借鉴其经验时,不能直接照搬其发展举措,而需要充分考虑国家之间的差异性。现阶段,中国乡村产业在乡村振兴战略的推动下得以迅速发展,但仍处于巩固拓展脱贫攻坚成果的过渡期,脱贫地区和非贫困地区还存在一定的发展差距,在全面推进乡村产业的发展过程中更要注意因地制宜、分类施策。为此,结合前面6个国家的经验,本文从以下4个方面提出促进中国乡村产业发展的建议。

(1) 完善法律政策,建立监管机制。健全的法制是乡村产业发展的根本保证。与其他国家相比,中国乡村基础环境存在人多地少、耕地面积不足、人口老龄化等问题。因此,可在借鉴国外颁布的促进乡村产业发展的政策时,综合考虑国家基础环境因素。尽管2021年《中华人民共和国乡村振兴促进法》已颁布,但是该法律目的在于促进乡村振兴,更多是建议性的条款,具体的内容边界、标准等并不是很明确,法律约束力并不是特别强。因而,还需进一步细化法律内容,各个地方应该因地制宜,细化乡村振兴的任务目标,进一步增加、细化服务乡村产业发展的内容,形成地方性的法律法规,以增强法律的适用性。由此,以法律的形式完善农村产业发展的监督机制,确保各项政策的有效实施,为乡村产业发展保驾护航。

(2) 加强农业科技创新,延伸农业产业价值链。乡村产业高质量发展是提升农业竞争力的重要途径,表现为降本增效、绿色安全等,而这些均依赖于科技创新。上述6个国家的实践经验也说明,有效的技术运用,不仅能够带来很好的经济效益,更能提升生态效益、社会效益。目前,中国农业现代化程度低,较多家庭农业仍采用传统农业耕种方式,农业产业链单一,科学技术在农业生产、流通、销售过程中的运用不充分。为此,应当建立政府引导下的“企业—科研单位—社会力量”三位一体的创新机制:一方面,以国家农业科技创新联盟为载体,重点关注产业、企业或者地方农业产业发展中的关键技术性难题;另一方面,以企业为主体,促进企业与高等学校、科研机构等实现产学研协同。通过新技术、新品种、新装备、新产品研发,有效推进智慧农业、生物种业、设施农业、绿色农业投入品、农产品加工等领域创新,延伸乡村产业价值链。

(3) 政策与市场合力共建多元化的融资渠道。中国社会主义市场经济体系已基本建成,但乡村的市场经济并不健全。农业的产业特性决定了农业并不是很受资本的青睐,更需要国家综合运用财政、金融等政策措

施,给予乡村产业发展充分的金融支持和服务。一方面,可以建立政府性融资担保机制,完善乡村资产抵押担保权能,健全多层次、广覆盖、可持续的农村金融服务体系,确保满足乡村产业发展的融资需求;另一方面,引导市场性金融机构、农村中小金融机构,创新金融产品,提升金融服务能力,为乡村产业发展提供更有保障的融资渠道和金融服务。

(4)因地制宜发挥优势,打造特色乡村产业。与其他国家不同,中国是一个传统的农业大国,乡土文化浓厚,乡村的文化习俗影响着乡村的机构变迁、行为和心理变化等,在发展中国乡村产业时,很难摆脱既有的“路径依赖”。实际上,中国几千个农村都拥有差异化的资源和生态优势,而在保留自身特色的基础上发展产业,不仅能摆脱既有的“路径依赖”,还能避免“千篇一律”,缓解结构趋同性问题,从而减少同质化竞争。为此,需要在乡村产业发展中强化市场导向,倒逼新型农业经营主体通过特色化、专业化经营,合理配置生产要素,促进乡村产业深度融合,形成因地制宜的乡村产业发展模式。例如,可以按照产业融合特点,形成以第一产业为主的特色农产品优势区、标准化生成基地,并在此基础上发展绿色生态型产业、农旅融合型旅游产业;也可以发展以第二产业为主的现代农产品加工业、乡村手工业,支持现代农业产业园、农业科技园等建设;还可以发展以第三产业为主的红色旅游、近郊休闲旅游、康养旅游、文旅融合型旅游以及乡村物流、电子商务等乡村产业。

参考文献

- [1] 高升,洪艳.国外农业产业集群发展的特点与启示:以荷兰、法国和美国为例[J].北京农业,2013(35):28-33.
- [2] 谭金芳,邓俊锋,胡明忠,等.论法国发展现代农业的经验与启示[J].河南工业大学学报(社会科学版),2016,12(2):8-11.
- [3] 李翔.加拿大农业发展经验及对中国的启示[J].世界农业,2020(4):60-65.
- [4] 王克.加拿大农业支持政策和农业保险:发展和启示[J].世界农业,2019(3):56-62.
- [5] 汪明煜,周应恒.法国乡村发展经验及对中国乡村振兴的启示[J].世界农业,2021(4):65-72.
- [6] 姜长云.日本的“六次产业化”与我国推进农村一二三产业融合发展[J].农业经济与管理,2015(3):5-10.
- [7] 马源,梁恒.国外农村产业融合发展政策解读及启示:以韩国六次产业为例[J].江苏农业科学,2021,49(1):1-6.
- [8] 石磊.寻求“另类”发展的范式:韩国新村运动与中国乡村建设[J].社会学研究,2004(4):39-49.
- [9] 赵永琪,田银生,陶伟.1994—2014年西方乡村研究:从乡村景观到乡村社会[J].国际城市规划,2017,32(1):74-81.
- [10] 胡月,田志宏.如何实现乡村的振兴?:基于美国乡村发展政策演变经验借鉴[J].中国农村经济,2019(3):128-144.
- [11] 彭兵.通向城乡衔接的乡村社区能力建设:自加拿大新乡村建设运动生发[J].社会科学辑刊,2010(4):63-66.
- [12] 张辉,王静,吴东立,等.典型国家农业农村现代化理论与实践研究[M].北京:科学技术文献出版社,2019.
- [13] 丛晓波.现代日本乡村振兴政策推进及乡村治理[J].学习与探索,2021(2):34-41.
- [14] 倉嶋清次.農村政策の新たな展開[J].地域学研究,1999,30(1):313-319.
- [15] 今村奈良臣.地域に活力を生む,農業の6次産業化[M].东京:21世紀村づくり塾,1998.
- [16] 李玉磊,李华,肖红波.国外农村一二三产业融合发展研究[J].世界农业,2016(6):20-24.
- [17] 王鹏,刘勇.日韩乡村发展经验及对中国乡村振兴的启示[J].世界农业,2020(3):107-111.
- [18] 张永强,蒲晨曦,张晓飞,等.供给侧改革背景下推进中国农村一二三产业融合发展:基于日本“六次产业化”发展经验[J].世界农业,2017(5):44-50.
- [19] 祝捷,黄佩佩,蔡雪雄.法国、日本农村产业融合发展的启示与借鉴[J].亚太经济,2017(5):110-114.
- [20] 卢永妮,林啸轩.日本政策性金融支持农村产业融合的经验及启示[J].世界农业,2019(11):41-47.
- [21] 小田滋晃,長命洋佑,川崎训昭,等.六次産業化を駆動する農企業戦略論研究の課題と展望—ガバナンスとコンフリクトを基調として[J].生物資源経済研究,2014,19:73-94.
- [22] PARK. Saemaul [M]. Korea Textbook Co., Ltd., 1979.
- [23] RONDINELLI D A. Development project as policy administration [M] London and New York: Methuen, 1983.
- [24] 朱红根,宋成校.乡村振兴的国际经验及其启示[J].世界农业,2020(3):4-11.
- [25] 金光春,胡胜德,杨树果,等.韩国“农村融合产业”培育及支援法律制度分析[J].世界农业,2017(8):118-122.
- [26] 付晓亮.荷兰“链战略行动计划”的基本特征、可取经验及对中国农业产业化的启示[J].世界农业,2017(11):213-217.

- [27] 赵霞, 姜利娜. 荷兰发展现代化农业对促进中国农村一二三产业融合的启示 [J]. 世界农业, 2016 (11): 21-24.
- [28] 肖卫东, 杜志雄. 家庭农场发展的荷兰样本: 经营特征与制度实践 [J]. 中国农村经济, 2015 (2): 83-96.
- [29] 陈凯, 刘煜寒. 中外农业生产服务业发展状况的比较分析: 基于投入产出表的实证研究 [J]. 经济问题, 2014 (5): 92-97.
- [30] 陈新. 国外乡村建设对我国欠发达地区乡村振兴的若干启示 [J]. 乡村科技, 2019 (30): 8-10.
- [31] 刘康. 法国是如何成为世界农业强国的 [N]. 中国县域经济报, 2017-09-25 (3).
- [32] 陈彤. 美国农业工业化发展与生态化转型研究 [J]. 亚太经济, 2018 (5): 80-87.
- [33] 周婕. 美国农业企业化发展进程、经验及对中国的借鉴 [J]. 世界农业, 2020 (6): 87-91.
- [34] 罗鸣, 才新义, 李熙, 等. 美国农业产业体系发展经验及其对中国的启示 [J]. 世界农业, 2019 (4): 43-46.
- [35] 杭东. 加拿大现代农业的主要特点 [J]. 北京农业, 2011 (16): 44-45.
- [36] 郭亨孝. 加拿大农村现代化之路与中国农村发展 [J]. 农村经济, 2006 (12): 124-127.
- [37] 全国人民代表大会常务委员会中华人民共和国乡村振兴促进法 [J]. 中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会公报, 2021 (4): 676-685.
- [38] 光明日报《“十三五”中国农业农村科技发展报告》发布 [EB/OL]. (2021-11-22) [2021-11-27]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-11/22/content_5652387.htm.
- [39] 朱帆, 余成群, 俞宏文. 西藏农业科技进步贡献率的测算 1990—2015 年 [J]. 西藏科技, 2010 (10): 22-26.
- [40] 张玉林. 21 世纪的城乡关系、要素流动与乡村振兴 [J]. 中国农业大学学报 (社会科学版), 2019, 36 (3): 18-30.
- [41] 于晓燕, 李峰. 品牌强农战略下农产品区域公用品牌发展对策研究 [J]. 品牌研究, 2020 (4): 91-92.
- [42] 农业农村部. 农业农村部关于加快推进品牌强农的意见 [EB/OL]. (2018-07-20) [2021-11-27]. http://www.moa.gov.cn/nybg/2018/201807/201809/t20180912_6157133.htm.
- [43] 农业农村部乡村产业发展司. 第十一批全国“一村一品”示范村镇名单公示 [EB/OL]. (2021-10-20) [2021-11-27]. http://www.xccys.moa.gov.cn/tscy/202110/t20211020_6380001.htm.
- [44] 农业农村部乡村产业发展司. 2010—2017 年中国美丽休闲乡村监测合格名单的通知 [EB/OL]. (2021-11-15) [2021-11-27]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/XZQYJ/202111/t20211119_6382538.htm.

The Experience of Foreign Rural Industry Development and Its Enlightenment to the Revitalization of China's Rural Industry

LIAO Jing ZOU Baoling

Abstract: The development of rural industry is the material basis for the overall realization of rural revitalization. At present, China has entered the second centenary goal, which is to focus on the common prosperity of all the people and better meet the growing needs of the people for a better life. Therefore, rural industrial development is expected to play a greater role in this stage. Which has promoted the development of many rural industries, but there are still some problems. For example, the ability of scientific and technological innovation and industrial investment are insufficient, and the industrial brand system is imperfect. Many developed countries are in the forefront of the development of rural industry. Therefore, this paper selected six representative countries covering Asia, Europe and America to investigate the heterogeneity of rural industry development and its exploration path. The results show that the development of rural industry mainly benefits from the synergy and effective complementarity between the government and the market, forming an environment for the development of rural industry with moderate macro-control and effective operation of market economy, thus cultivating the main body of organized and large-scale operation of agricultural enterprises, cooperatives and family farms, effectively promoting the transformation and upgrading of rural industry. It is expected to provide reference for promoting the revitalization of rural industry in China.

Keywords: Rural Industry Development; Industrial Revitalization; Industrial Chain; Macro-Control; Market Mechanism

欧盟智慧农业发展 经验及其借鉴

◆ 袁祥州 黄恩临

(福建农林大学 福州 350002)

摘要: 作为一种现代农业技术变迁成果的集成模式,智慧农业赋予了农业生产更多的可能性。发展智慧农业既是实现农业农村现代化的题中之义,也是应对气候变化,推动可持续发展的必然要求。当前中国智慧农业的发展水平尚处在起步阶段,有必要总结欧洲智慧农业的发展经验以供借鉴。本文在界定智慧农业概念的基础上,从有效应对劳动力供给压力、全面提升农业竞争力、耦合实现可持续发展三个方面介绍欧盟智慧农业的缘起,并全面分析欧盟如何立足自身内部差异发展智慧农业的举措。通过对比剖析中欧智慧农业的发展异同,提出促进中国智慧农业发展的五大建议:加快农村信息化基础设施建设,提高农业转型能力;加强区域集群合作,构建农业创新生态;开发智慧农业开源平台,定制个性化解决方案;构建多主体创新机制,激励软硬件开发;完善相关制度建设,推动数据规范共享。

关键词: 智慧农业; 欧盟; 农业 4.0; 竞争力; 可持续发展

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2022.05.003

1 引言

在新一轮的信息技术革命浪潮、气候变化、农业资源趋紧同步交织的情况下,信息通信技术推动了传统农业向数字化转型,形成了贯穿农业全产业链的智慧农业,又被称为“农业 4.0”。智慧农业是通过人工智能、机器人技术、区块链、云计算、物联网、5G 等数字技术优化生产决策,不断改善生产过程,提高农业生产效率,实现经济、社会、环境的可持续发展^[1]。从国际上来看,世界主要发达国家和地区先后提出了“农业技术战略”“农业发展 4.0 框架”等战略,用以巩固加强其农业竞争力^[2]。同步,近年来中国也高度重视如何深化农业农村数字化转型的问题。2020 年中央一号文件《中共中央 国务院关于抓好“三农”领域重点工作确保如期实现全面小康的意见》强调,依托现有资源建设农业农村大数据中心,加快现代信息技术在农业领域的应用以提高农业现代化水平。2021 年中央一号文件《中共中央 国务院关于全面推进乡村振兴加

收稿日期: 2021-10-09。

基金项目: 国家自然科学基金项目“不完全要素市场与风险分担视角下粮食生产经营规模主体契约选择与组合行为及影响研究”(71973026),福建省教育厅项目“中国农业收入保险补贴制度研究”(JAS170160)。

作者简介: 黄恩临(1996—),男,福建莆田人,硕士研究生,研究方向:农业技术创新管理, E-mail: 281784991@qq.com。

通信作者: 袁祥州(1987—),男,博士,讲师,研究方向:农业风险管理与农业补贴政策, E-mail: 245508341@qq.com。

快农业农村现代化的意见》进一步提出,“加快建设农业农村遥感卫星等天基设施。发展智慧农业,建立农业农村大数据体系,推动新一代信息技术与农业生产经营深度融合”。因此,顺应全球趋势,把握技术变革机遇,加快数字技术在农业上的应用,发展智慧农业,成为推动农业高质量发展和乡村振兴的一个重要内容。

目前,学者从不同角度研究智慧农业,主要聚焦三个方面:一是分析总结国内智慧农业发展。一方面,总结了智慧农业的发展模式^[3]、现状^[4]、问题和挑战^[5-7],进而提出确切解决思路;另一方面,立足于中国农业现实条件,放眼未来,提出远景规划和具体措施^[8]。二是梳理国外智慧农业先发国家的经验。有学者着重分析了农业大国——美国如何应用物联网技术推动智慧农业发展^[9];也有学者从小农视角出发,阐述了日本发展智慧农业的路径方式,提出对中国有益的具体举措^[10];还有学者从智慧农业的特性出发,综合梳理和反思了多国智慧农业的经验和不足^[11]。三是阐述智慧农业中各类技术对农业和农民的影响,包括农业机器人、大数据、物联网、无人机等智慧农业技术^[12-15],讨论这些技术如何帮助农民提高农业生产效率以及生态绩效;相反,也有研究者针对上述“颠覆性技术”的应用,分析这些技术可能造成的风险和伦理问题对农业农民的冲击^[16-18]。总之,已有研究对智慧农业展开了丰富的探讨,但是鲜有文献深入探讨基于地区差异化发展智慧农业。中国地域南北和东西跨度比较大,各地区农业资源禀赋同样存在着显著的差异。虽然中国农业仍然以小农生产为主导,但是不同地区的农民拥有不同大小的耕地面积。因此,需要从差异化的角度考量中国智慧农业的发展。

基于这种差异化,中国智慧农业如何进一步发展,选择怎样的智慧农业发展路径成为重要议题。因此,选取同样具有地区差异且借鉴价值高的对象成为应有之意。有鉴于此,欧盟成为中国学习智慧农业发展的优质对象。欧盟内部同样差异较大,但欧盟农业创新能力强,发展智慧农业的时间早,有完善的智慧农业创新与推广机制。基于以上现实状况,本文试图对欧盟发展智慧农业缘起及发展路径进行全面分析,比较梳理中国和欧盟智慧农业的发展异同,为转型期的中国提供有益的智慧农业发展借鉴。

2 欧盟发展智慧农业的缘起

作为世界领先的农业与食品生产地区之一,欧盟对内面临农业劳动力大量流失和日益老龄化、农业生产环境问题突出等压力,对外面临优质低价农产品的挤压冲击,因此寄希望通过发展智慧农业走出困境。

2.1 有效应对劳动力供给压力

欧盟农业部门面临农业劳动力大量流失和日益老龄化的难题。2018年欧盟农业从业人员共有920万人,与2005年相比减少了950万人,降幅超过1倍。欧盟农业劳动力大量流失,一方面,是因为技术进步和农机推广引致的效率提升,使得农业部门消化不了如此多的人员;另一方面,是受到城市化和二三产业发展的拉力所致。同时,欧盟农业生产者老龄化严重,缺乏青年劳动力。欧盟57.8%的男性农场管理者在55岁以上,在40岁以下的农民仅占10.7%,35岁以下的农民占比更是从2005年6.9%下降到2016年5.1%。受新冠肺炎疫情影响,欧盟农业季节性雇工短缺现象严重,亟待引入劳动节约型技术,实现农业领域的自动化和智能化。发展智慧农业成为欧盟有效应对农业劳动力流失和老龄化问题的理性选择。

2.2 全面提升农业整体竞争力

欧盟农业部门面临新大陆国家和新兴经济体的双重挤压,亟待提升农业整体竞争力。历经共同农业政策的多次改革,欧盟部分农产品取得了一定的竞争优势,但受到资源禀赋约束和共同农业政策转型影响,总体面临严重的竞争挑战。与美国、巴西等新大陆相比,欧盟农业资源禀赋不足,农业生产规模有限。欧盟80%的农场为小型农场,无法实现农业生产的最佳规模,仅有德国和法国等少数成员国能够应对外部竞争压力。与中国、印度等新兴经济体相比,欧盟共同农业政策和其他法规所包含的环境保护和动物福利要求,致使欧盟农场主需要承担更高成本^[19]。因此,欧盟寄希望通过发展智慧农业实现产业突围,利用智慧农业技术手段优化生产要素配比,在降低农业投入的同时,获得高质量的农业产出和弹性的生态系统。

2.3 耦合实现农业可持续化发展

在全球气候变暖以及欧盟内部环境退化、生物多样性丧失的趋势下，欧盟寻求降低环境影响的可持续农业发展方式。在此前提下，欧盟需要达成巴黎协定和生物多样性公约规定的气候与生物多样性的目标以及欧盟内部规定的环境法规目标。过去 60 多年中，欧盟借助农药与化肥的使用实现农业产量的增长，同时造成了严重的负外部性，包括对土壤、饮用水、食品的污染以及鸟类与有益昆虫的减少。德国作为欧盟成员当中的农业大国，通过对使用农药所造成的负外部性成本进行货币化计算，发现因过度使用杀虫剂和农药致使其每年的环境损失预计在 1.17 亿欧元以上^[20]。同时，欧盟大力发展的畜牧业成为温室气体排放的主要来源之一，制约欧盟在 2050 年实现碳中和的目标。因此，欧盟如何利用其世界领先的工业和数字化技术，实现对作物和牲畜的实时监控和节能环保，成为其关键农业议题。

3 欧盟智慧农业发展路径探析

欧盟通过多年的政策引导，立足欧盟自身内部差异和农民需求差异，加强智慧农业的理念创新与技术适应性，形成与欧盟各个区域相适应的智慧农业解决方案，并扩大农村基础设施覆盖面，提高不同主体数字技能应用能力，使其智慧农业的发展取得了一定成绩。

3.1 精准锚定内部差异，区域集群发展智慧农业

欧盟地区幅员辽阔，各个区域的农情各不相同，因此，欧盟需要考虑自身地区间的差异发展智慧农业。

3.1.1 联结不同农业创新主体，区域内部协同发展智慧农业

依据欧盟区域特征，差异化发展智慧农业。欧盟各成员国和区域之间的差异，促使欧盟需要考虑这种差异发展智慧农业。智慧农业具有巨大的农业生产潜力，但欧盟成员国所涵盖的地区农业生产条件各不相同，各个成员国可能有不同的农业生产部门，不同的农业文化传统和不同的经济状况^[21]。因此，考虑复杂的农业生产情况，欧盟整合农情相似的成员国，采取区域集群的方式，并在满足欧盟共同农业政策中“公共卫生和动植物健康、环境、动物福祉”方面要求的前提下，差异化发展智慧农业（表 1）。为了解决差异化的问题，欧盟通过 SmartAgriHubs 项目连接各个区域内部的数字创新中心（Digital Innovation Hub）、能力中心（Competence Hub）、大学农业研究机构、试验站、农场、推广机构等组织，涉及欧洲耕地作物、畜牧业、水果、蔬菜、水产养殖 5 个农业生产部门，设立了 28 个旗舰创新实验，将智慧农业技术提供者和区域农户联结在一起，解决区域的农业挑战，满足相对应区域的智慧农业发展需求。同样采取此方式的欧盟项目还有 AgRoBofood（开发适合欧盟农业的机器人）项目。这一项目要求根据不同区域的生产特征和种养类型划分区域，研发适宜该区域农业生产的农业机器人，以应对欧盟面临的农业劳动力缺失的问题。

表 1 欧盟智慧农业区域发展功能及其创新

智慧农业中心所在区域	功能	各区域智慧农业代表性项目
中欧	中欧区域小组的任务是建立区域间的联系，以促进区域内外协同作用	Mower Robot for Vineyards 通过自主割草机器人系统实现葡萄藤之间的精确割草
法国	加强和协调智慧农业创新行为者的互动网络，以促进智慧农业相关利益者之间的交流	Digi-PILOTE 通过移动端应用程序，整合云端的数据和来自物联网解决方案的信息，为农户提供解决方案
伊比利亚半岛	加强农业食品领域的数字化	SAIA 利用数字技术制作风险图，以促进植物害虫的早期检测
意大利和马耳他	支持和促进农业食品部门的数字化转型	AquacultuER4.0 使用 ICT 和物联网技术提供精准养鱼，控制水质并执行操作程序，以支持可持续水产养殖
东北欧	为农民和智慧农业技术提供者之间搭建联络点和纽带	E-services Utilising Drones for Quantity Buyers 利用无人机等无人驾驶飞行器开发电子服务，帮助用户运行和实施农业电子咨询

(续)

智慧农业中心所在区域	功能	各区域智慧农业代表性项目
西北欧	负责监测该区域,并向在智慧农业中心背景下的项目提供资金杠杆机会和供资计划	DIG-ITfarm 利用数字化传感器和预测模型预测猪群中的早期疾病,以减少养猪过程中抗生素的使用并向所有利益相关方提供透明的信息,增加生猪附加值
斯堪的纳维亚半岛	协助该区域智慧农业的相关利益者,开发一套量身定制的智慧农业服务体系,以促进农场数字化	Adopting Digital Technologies by Farmers 促进农民采用数字技术,通过帮助最终用户确定由数字技术实现的最佳生产流程,提高农场对技术的采用
东南欧	提高该区域农民智慧农业技术的能力,以及为该区域农民量身定制先进的智慧农业技术	Digitising Open-Field Vegetable 通过部署无人机、卫星和物联网设备来确定蔬菜合适的收获时间并发现杂草,从而提高有机露天蔬菜的产量

资料来源: SmartAgriHubs 官网。

3.1.2 进一步促进区域间合作,形成欧盟智慧农业创新生态

在满足区域智慧农业发展的前提下,欧盟鼓励跨区域互相交流,形成泛欧洲化的智慧农业技术创新生态。鉴于没有单独一个研究机构能够在智慧农业所有领域成为领跑者,需要不同数字创新中心和能力中心相互联系,有效利用欧盟资源,通过不同数字创新中心之间的互补,相互提供不同的智慧农业创新测试基础设施和专业知识,以刺激进一步的创新。欧盟通过 SmartAgriHubs 项目促进能力中心和数字创新中心互动,形成2 000多个泛欧智慧农业创新网络。此外,为了进一步促进欧盟农业部门智能化转型,SmartAgriHubs 项目还通过开放式选拔,吸引智慧农业技术提供商进行技术研发,提供70%~100%的项目资金,帮助技术提供商度过智慧农业技术研发的生命周期,以促进欧盟整体区域智慧农业的创新,形成欧盟农业创新生态。

3.2 重视欧盟农户差异,加强智慧农业技术适用性

欧盟在加强区域内部的智慧农业创新的同时,还注重农户的差异,包括农户的规模差异和种养差异,研发相适应的智慧农业技术,以促进欧盟农户对智慧农业技术采纳,从而优化不同农户的农业生产效率,并进一步通过使用智慧农业技术而提高环境效益。

3.2.1 针对规模差异提高智慧农业技术适应性

欧盟农户之间、农场规模之间的差异较大,这促使欧盟需要考虑这种差异发展智慧农业。从农场规模上来看,欧盟大农场比例虽然只占了3%,却拥有欧盟53%农业用地面积,而欧盟小农场比例为93%,只占农业用地总面积30%。自动导向系统在中欧和北欧已经得到广泛应用,帮助大农场实现了利润最大化。除此之外,针对智慧农业应用过程中的新增成本和中小规模农场主的认知偏差与操作困难,欧盟积极探索小农发展智慧农业的路径方式。特别是在欧盟东扩过程中,大量中小型农场涌入,成为欧盟发展智慧农业必须要着重考量的一部分。因此,EIP-AGRI(欧洲农业生产力和可持续创新伙伴关系计划)展开“Small is smart”主题工作,通过开展各类智慧农业创新项目来为小农场的农户提供智慧农业技术。例如,“Smart Agriculture in Zagreb County”智慧农业项目服务于小型葡萄园,通过多光谱摄像无人机监测,为小农场主提供不同品种、位置和大小葡萄种植地块的成本效益建议,减少了人工照看的成本,提高其农场的管理能力^[22];“WaterBee”项目提供低成本、易于使用的智能灌溉调度系统,通过这一项目灌溉效率提高了44%,人力支出减少了23%,而且小型农场只需要一年的时间就能收回其付出的成本,达到了“更少投入、更多回报”的目的。

3.2.2 针对种养差异开发相适应智慧农业技术

欧盟本身具有成熟的农业技术创新能力和成熟的工业体系,使之能根据欧盟内部的种养差异,研发适宜智慧农业技术。欧盟在实施2014—2020年共同农业政策时,依托共同农业政策的第二支柱(欧盟农业农村发展基金),并协同“地平线2020”计划资助了不同作物智慧农业技术的开发,涉及不同动植物农业机器人、动植物生长模型、图片成像、人工智能、大数据、云计算等方面,注重农业创新技术和知识的理论与实践相结合,不仅不断开发智慧农业前沿技术,还兼顾开发成本低、包容性强的智慧农业技术,并通过众多项目实

地检验了这些技术的有效性（表 2）。同时欧盟还开发了一系列智慧农业技术的成本效益分析模型，帮助不同的欧盟种养户评估采纳智慧农业技术的效益。

表 2 欧盟智慧农业项目

项目名称	包含的智慧农业技术	作物种类	涉及的操作领域
ECHORD Plus Plus	云计算、图像处理、机器学习、无人机、无人地面车	芦笋、玉米、黄瓜、茄子、甜瓜、胡椒、甜菜、番茄、葡萄、西瓜	作物监测、嫁接、收获、修剪、播种、喷洒、杂草管理
SWEEPER	图像处理、无人地面车	甜椒	收获
Flourish	图像处理、无人机、无人地面车	甜菜、向日葵	作物监测、喷洒
ERMES	大数据、云计算、无人机、无线传感网络	水稻	作物监测
ENORASIS	无线传感网络	苹果树、樱桃、玉米、棉、葡萄柚、玉米、马铃薯、树莓	水管理
FRACTALS	云计算、无线传感网络	橄榄树	作物监测、疾病检测、施肥
MISTRALE	图像处理	马铃薯、葡萄	作物监测、水管理
CHAMPI-ON	图像处理	蘑菇	收获

资料来源：Smart in EU。

3.3 线下线上平台双开放，定制智慧农业解决方案

欧盟依托自身强大的工业基础，研发了众多的智慧农业技术，但是农户依据自身区域特征选择科学有效的智慧农业解决方案成为重要问题。欧盟通过多年实践探索，制定了欧盟智慧农业解决方案的定制方式。

3.3.1 线下多元主体共同参与，定制智慧农业解决方案

鼓励农民、顾问、工业界、智慧农业专家和研究人员进行合作，克服智慧农业方案的复杂性。为了克服不同区域农户面临的技术、社会、环境、监管和经济等因素阻碍，定制符合农民需求的个性化智慧农业解决方案，欧盟采取多元主体合作的方式，协调智慧农业的利益相关者参与其中。通过地区创新中心线下平台，召集各个主体参与智慧农业专题探讨，从探讨中确定农户对智慧农业技术使用的障碍和需求，制定完善的以农民为中心的智慧农业解决方案，智慧农业专家和顾问帮助农户识别具有高性价比的智慧农业种养解决方案，发展农户使用和推广智慧农业的方案。同时，农户的需求为工业界的技术供应商提供识别具有商业潜力的发展方向，为技术供应商升级智慧农业服务提供了有效的依据。而农户最终的反馈为研究人员和技术开发人员明确了智慧农业技术进步的方向^[23]。为了有效针对欧盟内部复杂的农业生产情况和农民需求，充分发挥欧盟智慧农业的大量研究成果和商业应用，形成直接使用的智慧农业解决方案清单，欧盟设立了 Smart-AKIS 项目，采用多主体合作的方式，通过评估农户的需求和兴趣，并根据地区或成员国的具体情况创建智慧农业解决方案。该项目最终形成了多达 200 个智慧农业解决方案，并在智慧农业平台上展示和评估，其中 50 多个智慧农业解决方案受到了农民和农学家的采纳。

3.3.2 线上开放开源平台，数据化定制智慧农业解决方案

为了实现进一步实现场景化、个性化、低成本智慧农业解决方案，欧盟开放开源平台，采取数据化驱动生成智慧农业解决方案，消除智慧农业技术上的问题，并满足农户的需求。EIP-AGRI 经过下属的智慧农业工作小组调查发现，除了要按照区位因素定制智慧农业解决方案，智慧农业技术的成本效益问题和主流的智慧农业设备之间的兼容性问题阻碍农户定制智慧农业解决的方案的主要因素。例如，物联网协议缺乏标准，不同厂商生产的农业机械、无人机、传感器和应用之间缺乏互操作性标准，致使农户难以实现智慧农业设备之间的兼容，无法协同现有的设备定制符合农户需求的个性化智慧农业解决方案，加剧了农户定制智慧农业解决方案的成本。此外，农户由于认知上的差异，有时无法识别自身农场产生的数据的价值，导致农户无法明确数据所能带来的附加值效益。为明确解决以上问题，欧盟进一步服务各成员国和区域实现智慧农业从土壤分析到作物种植、从天气监测到施肥撒药等方面功能的集成，克服由于技术问题造成信息孤岛问题，保证智慧农业解决方案场景化、个性化、低成本地实现，提高大数据和人工智能在农业中的应用水平。2014

年, 欧盟推出“SmartAgriFood2”项目, 广泛征集规模化种植、园艺、畜牧业等方面的建议, 并提供不同成员国的农业数据, 加以资金支持, 通过欧盟 FIWARE 开源平台, 将其他第三方平台的组件集成, 以加速智慧农业解决方案的开发。这一平台集成多种物联网协议(无人机、传感器和其他机器), 不仅可以针对成员国和特定区域定制化智慧农业应用, 还可以提高不同无人机、传感器、农业机器人群的匹配性, 并帮助农户识别数据价值, 透明化数据使用流程, 支持农户将数据货币化出售给第三方, 从而增加新的收入来源^[24]。

3.4 加强信息基础设施建设, 促进农民接轨智慧农业

欧盟通过加强基础设施保障智慧农业的发展需求, 防止区域间的数据鸿沟进一步加深, 提高农民与外界互通互信的能力, 方便其获得智慧农业技术解决方案, 并通过开放、低成本、包容性的智慧技术平台, 普惠欧盟农民。

3.4.1 加强信息基础设施建设, 减少地区之间的差距

建立基础设施, 满足智慧农业发展条件, 弥合地区间的“数字鸿沟”。智慧农业的设备使用, 以及通过设备收集—储存—应用数据这一个过程都需要高速率的网络带宽。例如, 精准种植要求带宽在每秒 60 兆比特及其以上速率才能有效运行, 并需要能够完全覆盖耕地。同时, 基础设施建设可以有效避免偏远地区的农村和农民陷入“数据鸿沟”^[25]。为此, 欧盟委员会于 2013 年修订了宽带行业的援助规则, 并鼓励私人 and 公共部门对快速和超高速网络的投资^[26]。欧盟还于 2016 年通过了欧洲千兆社会互联互通战略, 并设立了 2025 年超高速网络战略目标。截至 2019 年, 欧盟农村地区固定宽带覆盖率在 90% 以上, 快速宽带覆盖率较 2013 年提高近 39%。

3.4.2 搭建智慧农业平台, 减少农户的数据差距

通过联结不同信息基础设施, 搭建低成本包容性智慧农业平台, 收集农业数据, 提高农业数据附加值。为了使所有农民都受益于智慧农业的, 欧盟开放了哥白尼和伽利略卫星系统, 建设 FaST 农业免费开源数据平台, 解决农场结构差异和整个欧盟制定的解决方案的零散化问题, 为整个农户提供决策支持系统, 消除大小农户之间获得数据的差异。同时, FaST 平台可以通过农户上传的土壤、作物、气候等数据, 并依靠平台算法, 优化农户水肥的投入, 解决了依赖静态数据而进行的农业生产行为。在减少成本的前提下, 更有效地实现了欧盟所规定的环境法律法规。

通过加强基础设施建设以及开发成本低、包容性强的智慧农业平台, 欧盟进一步挖掘农业数据的潜力, 不仅实现了数据共享和智慧农业解决方案的互操作性和集成性, 还通过“动态”的数据方式促进了欧盟农民有益于环境生态保护的行为, 提高了农村地区社会经济的包容度, 减少了数字排斥的现象。

3.5 提升政策支持力度, 完善制度保障体系

3.5.1 设计政策鼓励智慧农业发展, 促进农户平等发展

2019 年 4 月, 欧盟 24 个成员国与英国签订了《欧洲农业和农村地区智能和可持续数字未来宣言》, 旨在实现更加智能和更可持续的未来农业, 并制定了涉及数字技术创新、新基础设施和平台建设、数据汇集与共享机制的智慧农业支持政策, 以确保欧盟智慧农业处在前沿。此外, 欧盟通过共同农业政策以及各成员国的农村发展方案, 规定了成员国可提供的智慧农业支持方式, 鼓励成员国更好地利用和管理农业数据, 并为中小型农场设计易于使用、负担得起、维护成本低的智慧农业设备。为了防止小农户可能因为缺乏知识和投资资金而无法跟上新技术的步伐, 从而导致大小农户之间“数据鸿沟”的加剧, 欧盟通过 EIP-AGRI 的组织网络和“地平线 2020”计划, 传播智慧农业的创新知识, 为中小型农场提供了更好的农艺数据和智慧农业技术支持, 并通过各项计划对农户和智慧农业研究人员给予资金支持以支持智慧农业发展。在资金方面, 欧盟第 1305/2013 号条例第 25 条规定提供了中小型农场主获得财政支持的方式: 中小型农场主可通过与其他主体合作的方式, 发展新做法和试点项目, 在满足减缓或适应气候变化等方面要求的前提下, 即可获得欧盟的支助。这一规定提高了中小型农场获得智慧农业技术的能力。

3.5.2 完善相应的法律法规, 提高农业信息化水平

智慧农业作为一种农业生产的颠覆性创新, 大量数据从传感器、农业机械产生, 并最终汇聚到高科技供

应商手中,对欧盟农户带来了技术风险,特别是对小农户。高科技供应商通过对小农主体的数据分析,可能会加剧小农户对这些公司的依赖,严重威胁欧盟小型农场的可持续发展^[27]。因此,2018年欧盟推出了《欧盟农业数据共享行为准则》,阐明了分享农场和农业生产链产生数据的一般原则和合同关系。该准则界定了农业数据获取和使用的权利,是欧盟承认和保护农业数据价值迈出的重要一步,保护了中小型农场的的数据权利。2020年2月欧盟委员会发布了“欧洲数据战略”,其中有以农业数据为主的规划,目的在于分享和获取与农业生产相关的数据,改善农业部门的经济和环境绩效,促进相关研究、创新及政策的制定。同时农业数据共享被认为是实现《欧洲绿色协议》和“从农场到餐桌战略”所包含的环境可持续目标的重要因素。同年11月欧盟正式通过《欧盟数据治理法案》,通过多方利益相关者共同协商形成的数据监管治理法案,构建了公共部门拥有特定数据的再利用制度、数据监管制度以及数据利他主义制度。

4 中国与欧盟发展智慧农业的比较分析

4.1 中国与欧盟发展智慧农业的共同点

4.1.1 加强农业信息化,形成数字解决方案

中国各地区农业资源禀赋存在显著差异,各地区的生产条件各不相同。同时,农户文化水平不高,接受农业职业培训的意愿不强,地方对农民培训投入不足,大部分农户主要依赖传统的生产经验进行农业生产,导致农业生产效率不高、农业面源污染等^[28]。欧盟内部各个区域间的差异也较大,各成员国之间的农情也各不相同,大部分农民依赖传统经验生产,同样希望通过农业技术升级和数据分析提高农业生产效率,做出个性化生产决策。增强农业竞争力,提高农民收入,提升环境效益成为中国和欧盟共同的阶段性目标。通过大数据、云计算、AI等技术实现对不同大小经营面积农户数据收集和分析,制定科学高效的数字解决方案成为中国和欧盟共同可行的选项。

4.1.2 针对农户差异性,研发适宜智慧农业技术

“人多地少”是掣肘中国农业发展的现实因素,小农户是农业生产经营的主力,需要着力研发适宜国情的智慧农业技术。第三次农业普查数据显示,中国规模农业经营户农业生产经营人员为1 289万人,而从事农业生产经营的人数为31 422万人,农业规模经营的比例不高,大部分农户只能在有限的土地上进行生产,并且收入有限。虽然开展了土地流转工作,但受制于多重因素的影响,还未能取得显著进展。对比欧盟,小农户同样是欧盟农业的主导者,土地规模因素同样阻碍了欧盟农业的发展。因此,在发展规模化智慧农业技术的同时,不仅要保持大农户的竞争力,还需要针对小农户研发成本低、包容性强的智慧农业技术。中国和欧盟都需要充分考虑不同农业经营主体的差异性,发展智慧农业技术。但值得注意的是,与欧盟国家的农场相比,中国农田地块规模更小,需要进一步发展适宜小规模地块的智慧农业技术。

4.2 中国与欧盟发展智慧农业的差异

4.2.1 制度建设有待完善,信息化基础设施待加强

中国智慧农业还处于初步阶段,智慧农业相关制度尚不健全。针对智慧农业制度建设而言,中国有关农业数据的立法还未健全,农业数据标准尚未设立,有关农业数据产权界定、农业数据分享机制以及农业数据监管机制还未得到清楚的界定。2019年《数字农业农村发展规划(2019—2025年)》提到,中国农业农村基础数据资源体系处于起步阶段,农业数据资源分散,天空一体化获取能力较弱、覆盖率低,数据未能有效组合,无法进一步挖掘农业数据的价值,这成为数字中国建设的突出短板。同时,中国还没有明确的智慧农业发展规划和农业科研落地规范,导致智慧农业技术使用性不强,研究成果转化能力有限。在信息化基础设施方面,宽带服务性能未能满足智慧农业所需要的高质量、高速率的通信速度。截至2020年12月,全国行政村4G覆盖率超过了99%,但是在广大的农村地区,特别是中西部的山区和丘陵地带,网络仅覆盖到村委会,村民和农业园区覆盖率不足,导致网络速率受限。空间设施能力尚未完全释放出来,农机北斗导航已广泛运用到大田生产领域,但是还未能惠及小农户,而且专业性的智慧农业数据应用平台建设缺乏,农业相关

的物联网平台较少, 农业数据采集设备不足, 限制了农户使用信息端监测作物生长的比例^[29]。

4.2.2 尚未形成区域集群发展, 软硬件技术适应性差

由于中国智慧农业起步晚, 基础相对薄弱, 尚未形成各区域内部协同发展。中国幅员辽阔, 东西南北气候差异大, 各地区智慧农业相关技术研发停留在某个环节, 尚未针对土地规模差异和种养差异研发相适应的智慧农业技术, 需求导向的创新机制还未实现。欧盟各区域的数字创新中心和能力中心, 立足欧盟各区域的生产条件发展相适应的智慧农业技术。至于智慧农业软硬件设施, 中国部分能够达到或接近国际领先水平, 例如大疆植保无人机、农机北斗导航等技术, 垂直植物工厂、大型园艺技术也取得了较大的进步; 但关键核心技术还依靠进口, 处于“卡脖子”状态, 例如高端农业传感器、生命信息感知设备、动植物生长模型等。从智慧农业技术整体上来看, 中国还落后发达国家 10~15 年^[30]。此外, 基于国外数据而研发的智慧农业技术体系导致这些技术在国内的适用性不强。

4.2.3 缺少智慧农业开源平台, 定制化智慧农业方案

投入力度和各个地方对智慧农业的认识不足, 导致中国各地的智慧农业平台呈现低水平重复建设, 智慧农业开源平台缺失。智慧农业需要大量的资金投入, 以保证其顺利度过前期的开发阶段, 在此基础上才能进一步获得其能提供的潜在效益。此外, 智慧农业的数据化导向能够通过开源平台和数据的有效整合, 结合现实的智慧农业设备基础, 形成个性化、定制化的智慧农业方案。根据《2021 全国县域农业农村信息化发展水平评价报告》测算, 在 2020 年全国县域农业农村信息化建设的财政投入方面, 20.2% 的县域基本没有农业农村信息化财政投入, 25.3% 的县域财政投资不足 10 万元, 仅 18.5% 的县域财政投入超过 1 000 万元。各个县域有限的经费需要兼顾各个产业的信息化发展, 致使农业信息化投入的水平严重不足。同时, 虽然各个地区都注重智慧农业平台建设, 但是由于经费问题, 目前只实现了较为简单的功能, 未能顾及后期的持续维护和升级, 平台不具有成长性, 也未能进一步开发为开源性平台, 未能实现定制智慧农业解决方案^[31]。

5 欧盟智慧农业发展经验对中国的启示

通过系统分析欧盟发展智慧农业的缘起及发展路径, 比较梳理中欧智慧农业的发展异同, 本文得出以下启示。

5.1 加强农村信息化基础设施建设, 提高农业数字转型能力

加快发展农村信息化基础设施, 拓宽农民信息获得渠道, 研发低成本包容性智慧农业技术, 消除不同农民使用智慧农业的障碍。加速 5G 基建建设, 满足智慧农业宽带性能需求, 扩大北斗导航在农业上的应用, 消除农户间的使用差异。加强天空地一体化的信息化基础设施和设备的连接, 加快农业数据存储平台建设, 为进一步研究奠定数据基础。建设各级政府加强对建立专业性智慧农业数据平台的支撑, 特别是县一级的农业数据平台, 确保农业数据的多样性以及进一步挖掘的潜力。开发智慧农业移动端数据应用, 简化数据收集和储存方式, 减少应用主体获得信息的交易成本, 提高其获得市场信息与作物信息的能力。

5.2 加强区域集群合作, 构建农业创新生态

中国应结合自身情况发展智慧农业, 逐步探索出适合国情且独具特色的智慧农业模式。一方面, 依据不同区域产业特点, 差异化创建相对应的区域智慧农业创新中心, 以实现当地有益的智慧农业发展经验和示范, 发挥引领示范作用。另一方面, 引导各区域智慧农业发展实行主体, 建立合作关系, 形成中国自主的智慧农业创新生态。

5.3 开发智慧农业开源平台, 定制个性化解决方案

加强智慧农业前期投入, 开发智慧农业开源平台, 有效利用农业数据, 定制中国各个区域的智慧农业解决方案。目前, 中国还处在发展智慧农业的初期, 需要充分发挥科技特派员作用, 加强对农民主体的咨询服务, 全面了解农民主体使用智慧农业的障碍, 收集农民主体的需求, 发挥农业数据作用, 协同相关机构制定区域化、个性化的智慧农业解决方案, 提高农民的技术采纳程度。

5.4 构建多主体创新机制，激励软硬件开发

围绕农民需求，以市场为导向建立创新机制。政府应承担智慧农业创新的引导角色，搭建农民、高校、企业不同主体间的合作机制，给予智慧农业相关企业以及研究人员创新补贴，实现需求导向性创新。通过市场机制，避免智慧农业技术研发和具体实践的脱节，开发出能够解决地区差异化的智慧农业技术，特别是针对适宜小规模地块的农业机械。另外，政府可以出台激励政策和产业规划，吸引多主体向智慧农业行业投资，以保障智慧农业产业创新发展。在智慧农业软硬件技术开发方面，通过专项研究基金拨款，加强基础研究，打破国外对智慧农业关键技术的垄断。

5.5 完善相关制度建设，推动数据规范共享

完善相关制度建设，提高农业数据附加值。政府应制定符合国情的智慧农业发展路径，因地制宜出台智慧农业发展政策和产业政策。提供相关智慧农业技术采用、绿色生产相关补贴，激励多元主体参与智慧农业。同步加快农业数据相关立法确权工作，保障数据所有者的权利。设立农业数据标准和规范，提高农业数据质量和再利用价值，避免农业数据无序收集。此外，确立数据合理共享和监管机制，加强农业数据安全管管理，防止农业数据被滥用，保障小农在智慧农业生产过程中的地位。

参考文献

- [1] European Commission. EU member states join forces on digitalization for European agriculture and rural areas: shaping Europe's digital future [EB/OL]. (2019-04-09) [2021-10-04]. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-member-states-join-forces-digitalisation-european-agriculture-and-rural-areas>.
- [2] 中华人民共和国农业农村部. 农业农村部、中央网络安全和信息化委员会办公室关于印发《数字农业农村发展规划(2019—2025年)》的通知 [EB/OL]. (2020-01-20) [2021-12-28]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/FZJHS/202001/t20200120_6336316.htm.
- [3] 胡亚兰, 张荣. 我国智慧农业的运营模式、问题与战略对策 [J]. 经济体制改革, 2017 (4): 70-76.
- [4] 赵春江. 智慧农业的发展现状与未来展望 [J]. 华南农业大学学报, 2021 (6): 1-10.
- [5] 龙江, 靳永辉. 我国智慧农业发展态势、问题与战略对策 [J]. 经济体制改革, 2018 (3): 74-78.
- [6] 熊航. 智慧农业转型过程中的挑战及对策 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2020 (24): 90-95.
- [7] 许爱萍. 天津智慧农业发展中的主要问题与解决路径 [J]. 世界农业, 2017 (3): 198-203.
- [8] 赵春江, 李瑾, 冯献. 面向 2035 年智慧农业发展战略研究 [J]. 中国工程科学, 2021, 23 (4): 1-9.
- [9] 刘丽伟, 高中理. 美国发展“智慧农业”促进农业产业链变革的做法及启示 [J]. 经济纵横, 2016 (12): 120-124.
- [10] 马红坤, 毛世平, 陈雪. 小农生产条件下智慧农业发展的路径选择: 基于中日两国的比较分析 [J]. 农业经济问题, 2020 (12): 87-98.
- [11] 钟文晶, 罗必良, 谢琳. 数字农业发展的国际经验及其启示 [J]. 改革, 2021 (5): 64-75.
- [12] LIU Y, MA X Y, SHU L, et al. From industry 4.0 to agriculture 4.0: current status, enabling technologies, and research challenges [J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2020 (99): 1.
- [13] BIRRELL S, HUGHES J, CAI J Y, et al. A field-tested robotic harvesting system for iceberg lettuce-e [J]. Journal of Field Robotics, 2019, 37 (6).
- [14] VASILEIOS M, PANAGIOTIS S, VASILEIOS V, et al. Smart farming in Europe [J]. Computer Science Review, 2021, 39: 100345.
- [15] RADOGLU-GRAMMATIKIS P, SARIGIANNIDIS P, LAGKAS T, et al. A compilation of UAV applications for precision agriculture [J]. Computer Networks, 2020, 172: 107148.
- [16] ROSE D C, WHEELER R, WINTER M, et al. Agriculture 4.0: making it work for people, production, and the planet [J]. Land Use Policy, 2021, 100: 104933.
- [17] KLERKX L, JAKKU E, LABARTHE P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: new contributions and a future research agenda [J]. NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences, 2019: 90-91.
- [18] VAN DER BURG S, BOGAARDT M J, WOLFERT S. Ethics of smart farming: current questions and directions for responsible innovation towards the future [J]. NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences, 2019: 90-91.
- [19] BEATRICE G, ANTONIA B, FELIX E. Digitalization and AI in European agriculture: a strategy for achieving climate and

- biodiversity targets [J]. Sustainability, 2021, 13 (9) : 4652.
- [20] RAM L J, SILKE D S, PER K, et al. Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture [J]. Plant Disease, 2016, 100 (1): 10-24.
- [21] SmartAgriHubs. Communication and Dissemination Strategy [EB/OL]. (2019-03-28) [2021-12-28]. https://www.smartagrihubs.eu/Deliverables/pdfs/D1.2%20Communication%20and%20Dissemination%20Strategy_final.pdf.
- [22] DEFOUR T. Operational groups and other innovative projects represented at the EIP-AGRI workshop [EB/OL]. (2020-08-20) [2021-12-28]. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/publications/operational-groups-and-other-innovative-projects-0>.
- [23] NASRALLA M. EIP-AGRI focus group on precision farming: final report [EB/OL]. (2015-11-06) [2021-12-28]. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/publications/eip-agri-focus-grou-p-precision-farming-final>.
- [24] NASRALLA M. The future of Agri-Tech-FIWARE open day [EB/OL]. (2017-02-03) [2021-12-28]. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/future-agri-tech-fiware-open-day>.
- [25] TRENDOV N, VARAS S, ZENG M. Dgital technologies in agriculture and rural areas status report [M]. [S. l.]: [s. n.], 2018.
- [26] European Commission. Communication from the Commission EU: guidelines for the application of state aid rules in relation to the rapid deployment of broadband networks [EB/OL]. (2013-01-26) [2021-10-08]. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013XC0126\(01\)&qid=1633634068124&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013XC0126(01)&qid=1633634068124&from=EN).
- [27] European Parliament. Directorate general for parliamentary research services [R]. Brussels: Publications Office, 2017.
- [28] 于法稳. 基于绿色发展理念的智慧农业实现路径 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2020 (24): 79-89.
- [29] 曹冰雪, 李瑾, 冯献, 等. 我国智慧农业的发展现状、路径与对策建议 [J]. 农业现代化研究, 2021, 42 (5): 785-794.
- [30] 赵春江. 智慧农业发展现状及战略目标研究 [J]. 智慧农业, 2019, 1 (1): 1-7.
- [31] 殷浩栋, 霍鹏, 肖荣美, 等. 智慧农业发展的底层逻辑、现实约束与突破路径 [J]. 改革, 2021 (11): 95-103.

Experience and Reference of Smart Agriculture Development in European Union

YUAN Xiangzhou HUANG Enlin

Abstract: As an integrated model of modern agricultural technology changes, smart agriculture gives more possibilities to agricultural production. Developing smart agriculture is not only the meaning of realizing agricultural and rural modernization, but also the inevitable requirement of coping with climate change and promoting sustainable development. At present, the development level of smart agriculture in China is still in its infancy. It is necessary to summarize the development experience of smart agriculture in Europe for reference. On the basis of defining the concept of smart agriculture, this paper introduces the origin of EU smart agriculture from three aspects: effectively coping with the pressure of labor supply, comprehensively improving agricultural competitiveness and coupling to achieve sustainable development, and comprehensively analyzes the EU's measures on how to develop smart agriculture based on its own internal differences. By comparing and analyzing the similarities and differences in the development of smart agriculture between China and Europe, this paper puts forward five suggestions to promote the development of smart agriculture in China: accelerating the construction of rural information infrastructure and improving the ability of agricultural transformation; strengthen regional cluster cooperation and build agricultural innovation ecology; develop an open source platform for smart agriculture and customize personalized solutions; Construct multi-agent innovation mechanism to encourage software and hardware development; improve relevant system construction and promote standardized data sharing.

Keywords: Smart Agriculture; European Union; Agriculture 4.0; Competitive Power; Sustainable Development