

WORLD AGRICULTURE

世界农业

- ★ 中国人文社会科学期刊 AMI 综合评价核心期刊
- ★ 中文社会科学引文索引(CSSCI)扩展版来源期刊
- ★ 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
- ★ 中国知网(CNKI)数据库全文收录

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 553 期
2025 年第 05 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 刘天金 杜志雄 何秀荣 张陆彪 顾卫兵 隋鹏飞

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 张林秀 张海森 张越杰 陈昭玖
陈盛伟 苑 荣 苑 鹏 罗小锋 罗必良 金 轲 金文成 周应恒 赵帮宏 赵敏娟
胡冰川 姜长云 袁龙江 聂凤英 栾敬东 高 强 黄庆华 黄季焜 彭明喜 程国强
蓝红星 樊胜根 潘伟光

主 编 刘天金 李庆海

副 主 编 施 维 张丽四

执行主编 贾 彬

责任编辑 卫晋津 张雪娇 李 辉

编 辑 吴洪钟 汪子涵 陈 璿 程 燕

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 28.00 元

ISSN 1002 - 4433

CN 11-1097/S

◆凡是同意被我刊发表的文章，视为作者同意我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。

美国多层次养殖业保险产品体系对中国的借鉴
..... 何小伟 徐奕涵 刘 婧 等 (5)

东京都市圈农业的功能分化、发展选择及对中国的启示
..... 杨 易 (17)

气候变化、气候适应性措施与农业全要素生产率
——基于投入要素视角
..... 李文启 牛健敏 (29)

地区数字营商环境与农民收入
——基于 CFPS 数据的实证分析
..... 徐海俊 李小山 施震凯 (42)

农业多功能性的历史演变、实践困境和发展路径
——基于新中国成立以来的脉络梳理
..... 刘 文 李啸林 梅 冬 等 (56)

农产品区域公用品牌的农户增收效应研究
——基于浙江省实地调研
..... 莫家颖 王玉静 黎东升 (69)

完全成本保险如何影响玉米种植户农药投入?
..... 田菊会 谢沁岭 蔡海龙 (82)

农村电子商务发展能缓解农业资源错配吗?
——基于电子商务进农村综合示范政策的准自然实验
..... 谢 薇 陈 琛 王立群 (95)

县域乡村旅游目的地协同治理体系研究
——以贵州省遵义市桐梓县为例
..... 吴祥民 徐凤增 朱利敏 (107)

乡村绿色产业对农户增收的影响机制
——以武夷山国家公园生态茶生产为例
..... 杨舒喻 温亚利 (120)

其他

国际农产品市场价格与贸易形势月报（第 42 期）
..... 农业农村部农业贸易预警救济专家委员会 (133)

国际粮农动态：中国-乌干达南南合作项目为蚕农创造新机遇等 3 则
..... (137)

2025 年 4 月世界农产品供需形势预测简报
..... 张明霞 (139)

农业贸易百问：北非花园摩洛哥农产品贸易知多少?
..... 赵若君 刘淑慧 (143)

国际食品法典标准概述
..... 高 芳 (145)

The Reference of the Multi-level Livestock Insurance Product System in the United States to China	
.....	HE Xiaowei, XU Yihan, LIU Jing, et al (5)
Functional Differentiation, Development Choices of Agriculture in the Tokyo Metropolitan Area and Their Implications for China	
.....	YANG Yi (17)
Climate Change, Climate Adaptation Measures and Agricultural Total Factor Productivity	
—From the Perspective of Input Factors	
.....	LI Wenqi, NIU Jianmin (29)
Regional Digital Business Environment and Farmers’ Income	
—An Empirical Analysis based on CFPS Data	
.....	XU Haijun, LI Xiaoshan, SHI Zhenkai (42)
The Historical Evolution, Practical Dilemmas, and Development Pathways of Agricultural Multi-functionality	
—A Contextual Analysis based on the Evolution Since the Founding of the People’s Republic of China	
.....	LIU Wen, LI Xiaolin, MEI Dong, et al (56)
Study on the Income-increasing Effect of Collective Brands	
—A Field Investigation based on Zhejiang Province	
.....	MO Jiaying, WANG Yujing, LI Dongsheng (69)
How does the Full-cost Insurance Affect Pesticide Use of Corn Farmers?	
.....	TIAN Juhui, XIE Qinling, CAI Hailong (82)
Can the Rural E-commerce Alleviate the Misallocation of Agricultural Resources?	
—A Quasi-natural Experiment based on the Comprehensive Demonstration Policy of E-commerce into Rural Areas	
.....	XIE Wei, CHEN Chen, WANG Liqun (95)
Research on Synergistic Governance System for Country-level Rural Tourism Destinations	
—A Case Study of Tongzi Country, Zunyi City, Guizhou Province	
.....	WU Xiangmin, XU Fengzeng, ZHU Limin (107)
The Impact Mechanism of Rural Green Industries on Farmers’ Income Growth	
—A Case Study of Ecological Tea Production in Wuyishan National Park	
.....	YANG Shuyu, WEN Yali (120)

美国多层次养殖业保险产品体系 对中国的借鉴

◆ 何小伟¹ 徐奕涵² 刘 婧³ 梁 瑞¹

- (1. 对外经济贸易大学保险学院 北京 100029;
2. 南洋理工大学公共管理研究生院 新加坡 639798;
3. 中国人民财险股份有限公司 北京 100021)

摘要: 构建多层次农业保险体系是当前中国农业保险发展的重要方向和任务。近年来美国养殖业保险规模大幅扩张, 养殖业保险产品层次不断丰富和完善, 其发展经验对中国具有积极的借鉴意义。本文梳理了美国养殖业保险产品的发展历程, 剖析了美国四类主要产品的运行机制, 并对不同产品的特点进行了比较。研究发现: 从价格保险向收入保险转型升级是美国近年来养殖业保险发展的趋势; 虽然不同养殖业产品的保险标的可能一致, 但其保障责任呈现出不同的层次, 能满足养殖者多样化的需求; 无论是美国的牲畜价格保险还是牲畜收入保险, 都充分利用了期货市场的价格发现功能。基于此, 本文提出积极探索养殖业收入保险、完善产品设计、优化“保险+期货”模式、加强信息共享等建议。

关键词: 美国; 养殖业保险; 价格保险; 收入保险; 运行机制

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2025.05.001

1 引言

养殖业作为推进中国农业农村现代化的基础性和支柱性产业, 对于满足大食物观下人们对多样化优质食品的需求、保障国民营养健康发挥着举足轻重的作用。同时, 养殖业面临的风险频繁且多样, 涵盖自然灾害、疫病、价格波动等方面, 不仅使养殖业发展存在诸多不确定性, 也加剧着养殖户家庭经济的脆弱性, 需要通过保险机制分散和转嫁风险。

自 2007 年中央财政对能繁母猪实施保费补贴支持政策以来, 中国养殖业保险不断在实践中探索, 成本保险和价格保险多种产品形态共存, 政策性与商业性保险相互补充, 在为养殖户提供风险保障方面取得了积极成效^[1]。但中国养殖业保险覆盖面和保障水平仍较低, 风险保障作用尚未充分发挥。其中, 重要的原因在于现有的养殖业保险产品体系无法适应养殖户的需求, 保障水平与养殖户的风险保障期望不符^[2]。自 2018

收稿日期: 2024-11-01。

基金项目: 国家自然科学基金面上项目“农业保险的财政补贴政策对农户参保的激励效应测度及最优补贴水平研究”(71573041), 教育部人文社会科学研究规划基金项目“费率市场化、监管约束与保险公司的风险承担研究”(21YJA790020)。

作者简介: 何小伟(1979—), 男, 湖北随州人, 博士, 教授, 研究方向为政策性保险、保险市场与监管; 徐奕涵(2002—), 女, 硕士研究生, 河北唐山人, 研究方向为农业保险; 刘婧(1984—), 女, 江西萍乡人, 高级经济师, 研究方向为农业保险和灾害风险管理。

通信作者: 梁瑞(1999—), 男, 山东泰安人, 博士研究生, 研究方向为农业保险, E-mail: Liangrui_LEO@126.com。

年中央一号文件提出“加快建立多层次农业保险体系”以来，党的二十届三中全会及近期发布的《乡村全面振兴规划（2024—2027 年）》中再次强调“发展多层次农业保险”，进一步凸显了发展多层次养殖业保险产品体系的重要性和紧迫性。

美国作为世界上养殖业保险比较发达的国家，近年来加大产品创新力度，尤其是收入保险产品的推出为世界各国发展多层次养殖业保险提供了新思路和新方案。本文的边际贡献在于：一是基于美国养殖业保险的最新进展 [如 2024 年推出的断奶牛犊保险（WCRP）]，从全局和宏观层面更为系统地刻画美国养殖业保险产品形态的演进过程；二是从构建多层次保险产品的视角，试图更为细致地分析美国不同层级养殖业保险产品的机制设计和运行特点；三是通过梳理中国农业保险公司的养殖业保险产品现状，借鉴美国养殖业保险产品设计经验，提出优化中国养殖业保险产品体系、实现养殖业保险层次升级的针对性建议。

2 美国养殖业保险产品发展历程

美国养殖业生产具有高度集约化、规模化和专业化的特征，经过多年的实践探索，为养殖业提供风险保障、稳定养殖户收入已经成为美国联邦政府发展养殖业保险的重要目标和内容。总体上看，美国养殖业保险经历了早期试点、探索发展和发展完善的三个阶段，发展历程如图 1 所示。

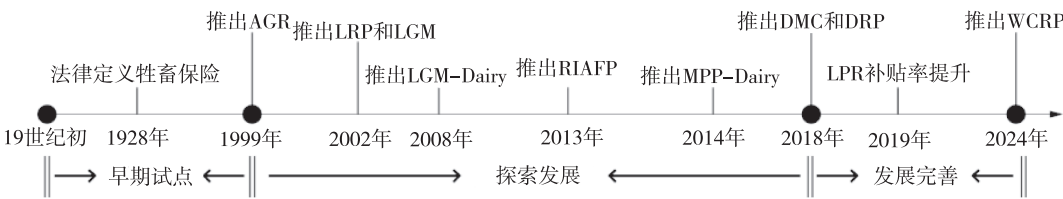


图 1 美国养殖业保险产品发展历程

2.1 早期试点阶段（1999 年之前）

自 19 世纪初，美国牲畜养殖户就可以获得由私人保险公司提供的牲畜赔偿保险，赔偿因动物死亡造成的经济损失。1928 年，美国纽约州法律将牲畜保险定义为“对马、牛和其他牲畜的生命提供风险保障的合同，或者对任何此类财产的失窃提供的风险保障，或者两者兼而有之”。早期养殖险的保障范围主要限于因雷击、火灾、失窃等特定风险造成的死亡，对牲畜疾病提供的保障较少^[3]。

1938 年美国颁布《联邦农作物保险法》，使种植业保险取得了长足发展，尤其是在 1996 年后，美国开始逐步探索农作物收入保险。但是相对于发展迅速的种植业保险而言，到 1999 年之前，美国的养殖业保险仍处于早期试点阶段，尚未进行大规模的发展探索。

2.2 探索发展阶段（1999—2017 年）

美国农作物收入保险的成功开展为发展养殖业保险提供了思路。1999 年，美国联邦政府开始为养殖业提供保险保障，推出了调整后总收入保险（Adjusted Gross Revenue，AGR）。AGR 为多种农业商品提供收入保障（如玉米、大豆、生猪等），其中也涵盖牲畜、牲畜产品以及水产养殖的附加收入。

2000 年，美国国会通过了《农业风险防范法案》，将承保标的扩展到畜牧业，此法案使农民可以根据自身需求选择不同类别的保险产品，包括产量保险和收入保险。同年，美国联邦农作物保险公司（FCIC）开展牲畜保险试点，同时将该试点的政府年度总支出限制在 2 000 万美元。2002 年，FCIC 批准了牲畜价格保险（LRP）和牲畜毛利润保险（LGM）的项目试点。由于养牛业在美国养殖业中所占比重较大，因

此美国联邦政府十分重视对牛这一标的的风险保障，LGM 的承保标的也是由最初的肉牛逐步扩展到生猪再到奶牛。

为进一步保障养殖者收入稳定，这一阶段美国还推出了牧草植被指数保险 (Vegetation Index- Pasture, Rangeland and Forage, VI-PRF)，基于植被指数 (VI) 的变化情况，弥补畜牧生产者因牧草 (直接放牧) 或干草 (刈割后使用) 低于预期植被指数时遭受的经济损失。2013 年，美国进一步推出了为一年生牧草提供风险保障的降雨指数年度牧草计划 (Rainfall Index Annual Forage Program, RIAFP)^[4]。

尽管美国联邦政府自 2008 年起为奶牛养殖者提供奶牛养殖收入保险 (LGM-Dairy)，但奶牛养殖者参保意愿较低，市场发展不及预期。这背后的原因包括：一方面，LGM-Dairy 确定饲料价值的公式过于复杂，且在 2018 年以前，联邦政府还设定了 2 000 万美元的牲畜保险补贴上限；另一方面，2014 年农业法案规定禁止养殖者同时参与 LGM-Dairy 和以保障牛奶利润损失为目标的牛奶毛利润保障计划 (MPP-Dairy)，以至于很多养殖者认为 2014 年农业法案推出的 MPP-Dairy 是一个无效安全网，并一直寻找替代方案^[5]。

2.3 发展完善阶段 (2018 年至今)

2018 年美国新农业法案通过后，美国农场服务局 (FSA) 用新的牛奶利润覆盖计划 (Dairy Margin Coverage Program, DMC) 取代了牛奶毛利润保障计划 (MPP-Dairy)。DMC 计划扩大了牛奶生产商可选择的责任保障范围，同时覆盖了 MPP-Dairy 对牛奶利润的保障责任^[6]。需要指出的是，不管是 MPP-Dairy 还是 DMC，都是由美国农业部 (USDA) 下属农场服务局 (FSA) 负责管理和运作的自愿计划，由政府提供最低价格或收益保障，虽然采取了一些保险操作形式，但费率并不遵循保险精算定价原则。

2018 年 2 月，FCIC 董事会批准牛奶收入保障保险 (Dairy Revenue Protection, DRP) 产品实施。DRP 旨在稳定牛奶销售季度收入，通过锚定奶牛场收入波动的两个风险关键源——牛奶价格和牛奶产量的波动性，来进一步拓展风险覆盖范围。在 DRP 推出之前，联邦政府向奶牛养殖者提供的支持大部分集中在牛奶的毛利润上，即牛奶价格与生产牛奶的饲料成本之间的差额。

2024 年，美国农业风险管理局 (RMA) 针对牛犊生产者推出了断奶牛犊风险保障保险 (Weaned Calf Risk Protection, WCRP)。WCRP 旨在弥补因灾难性天气事件导致断奶牛犊的产量和价格损失，其赔付条件与种植业的产量保险与收入保险类似。在 2024 年春季产犊季节，美国南达科他州、内布拉斯加州、科罗拉多州和得克萨斯州四个州开展了 WCRP 试点。

需要说明的是，羊的产值在美国整个养殖业中所占比重很小，2008 年美国农业部曾推出过针对羊的价格保险 LRP-Lamb，但由于没有对应的活跃期货市场，产品设计不够完善，导致从 2008 年到 2020 年赔付总额是保费规模 (含保费补贴) 的 4 倍，因此 2021 年 FCIC 暂停了 LRP-Lamb 的推行。此外，尽管美国家禽和鸡蛋收入占总产值比重较高，但美国联邦政府也没有推出专门针对禽蛋的保险。在美国水产养殖 (Livestock) 方面，美国联邦政府提供产品团体风险计划 (GRP)、牡蛎和栽培蛤计划、2024 年试点的贝类作物保险 (Shellfish Crop Insurance Program)^[7] 以及全农场收入保险^[8] 四类保险产品，但总体上水产养殖保险占美国养殖业保险产品的比重很低。

3 美国多层次养殖业保险产品的运行机制

美国多层次养殖业保险产品体系指产品的保障责任呈现不同的层次，对应的保障水平更加灵活，以适应养殖户多样化的风险保障需求 (表 1)。目前，美国农业风险管理局 (RMA) 为市场提供的养殖业保险产品主要包括牲畜价格保险 (Livestock Risk Protection, LRP)、牲畜毛利润保险 (Livestock Gross Margin, LGM)、牛奶收入保障保险 (Dairy Revenue Protection, DRP) 和断奶牛犊风险保障保险 (Weaned Calf Risk Protection, WCRP)。

表 1 美国多层次养殖业保险产品体系

保险产品	LRP	LGM	LGM-Dairy	DRP	WCRP
保险标的	生猪 饲养牛 育肥牛	生猪 肉牛	牛奶	牛奶	肉牛犊
保障责任	价格风险	实际总毛利润低于预期总毛利润带来的损失	实际总毛利润低于预期总毛利润带来的损失	保障收入与实际牛奶收入之间的差额	从出生到断奶期间的收入保障
保障水平	预期结算价格70%~100%	预期总毛利润减去免赔额	预期总毛利润减去免赔额	预期收入的 80%~95%	核定产量的 50%~85%
赔偿方式	如果实际结算价格低于保障价格，生产者将获得保障价格与实际结算价格之间的差额赔偿	实际总毛利润低于预期总毛利润且超过设置的免赔额时，触发理赔机制	实际总毛利润低于预期总毛利润且超过设置的免赔额时，触发理赔机制	赔偿金额为保障收入与实际收入的差额	产量保障：根据牛犊实际产量低于保障产量的部分进行赔偿 收入保障：赔偿金额为保障收入与实际收入的差额
保障层次	价格保险	毛利润保险	毛利润保险	收入保险	①产量保险 ②收入保险 ③剔除收获价格的收入保险

3.1 牲畜价格保险（LRP）产品运行机制

3.1.1 保障责任

牲畜价格保险（LRP）是为保障育肥牛、饲养牛和猪的价格风险而设计的产品。其保险责任不涵盖因死亡、物理上的破坏、疾病、个人营销决策及当地价格异常等造成的损失。LRP 的推行旨在防范牲畜价格大范围波动所引致的风险，属于价格指数保险。

3.1.2 保障水平

LRP 保障的价格水平是预期结算价格与保障水平的乘积。预期结算价格是在投保日对应保险期间长度的远期期货合约的结算价格，标的期货合约来自芝加哥商品交易所（CME）；实际结算价格是美国农业部公布的畜产品现货价格。

投保人可选择不同保险期限，最长为 52 周；也可以自主选择 70%~100%的保障水平。FCIC 将根据不同保障水平，提供 35%~50%的保费补贴。

3.1.3 赔偿方式

在保险期结束时，如果实际结算价格低于保障价格，生产者将获得保障价格与实际结算价格之间差额的赔偿。此外，LRP 保障的数量为预期牲畜销售头数乘以每头牲畜预期重量，预期牲畜销售头数在投保时已确定，保险赔付只与投保时确定的保障数量有关，与保险期实际牲畜销量和每头牲畜的实际重量无关。

3.2 牲畜毛利润保险（LGM）产品运行机制

3.2.1 保障责任

牲畜毛利润保险（LGM）旨在弥补养殖者因实际毛利润低于预期毛利润带来的损失，即保障养殖者实际总毛利润与预期总毛利润之间的差额。牲畜死亡、饲料用量意外增加或者饲料成本预计增加不在其承保范围内。

3.2.2 保障水平

LGM 的保险金额为预期总毛利润减去免赔额。各保障月份的预期毛利润扣除当月免赔额后的毛利润即为当月保障的毛利润，各保障月份保障的毛利润之和即为保险合同保障的预期总毛利润。

月份的预期毛利润为该月的目标销量与单位预期毛利润的乘积，单位预期毛利润为畜产品的预期价格减去单位预期饲养成本，每一单位重量的畜产品需要的饲养成本数量在保单签订时确定。实际总毛利润是所有保障月份的实际毛利润之和。畜产品和饲料的成本均基于 CME 对应期货合约在保单签订前的三个工作日的平均价格计算，实际毛利润所使用的价格依据 CME 对应期货合约在期货交易截止前三个工作日的平均结算价格。

LGM 保险期限为保单销售后的 11 个月，其间的第一个月不提供风险保障，即承保期从保险期的第二个月开始（例如，1 月 29 日销售截止日期的保险期为 2—12 月，因此承保期为 3—12 月）。FCIC 为在保险期内达多个月的保单提供 18%~50% 的保费补贴。保费补贴比例与免赔额高低成正比，即免赔额越高，所获的保费补贴也越多。

3.2.3 赔偿方式

当实际总毛利润低于预期总毛利润且超过 LGM 设置的免赔额时，触发理赔机制。对于不同保险标的，LGM 设置的免赔额不同。例如，猪保险的免赔额为每头猪 0~20 美元，以每头猪 2 美元为增量；牛奶保险的免赔额为每百磅 0~2 美元，以 10 美分为增量，免赔额等于所选的每百磅^①免赔额乘以保险期内所有月份的目标销售量总和；肉牛保险的免赔额为每头牛 0~150 美元，以每头牛 10 美元为增量。

3.3 牛奶收入保障保险（DRP）产品运行机制

3.3.1 保障责任

牛奶收入保障保险（DRP）是基于美国农业统计局的地区数据，针对保证收入与实际牛奶收入之间的差额提供的保险，该差额由生产地区的市场价格和产量自然变动而引起。奶牛死亡或其他损失及毁坏不在 DRP 的保险责任范围内。

3.3.2 保障水平

DRP 与上述两个保险产品（LRP 和 LGM）不同，其保障水平基于某地区奶农季度性收入，属于区域性收入保险。

DRP 的投保者可自主选择定价模式，分别有等级定价选项和成分定价选项。等级定价选项基于芝加哥商品交易所（CME）Ⅲ类和Ⅳ类牛奶期货价格的季度平均值；成分定价选项使用农业营销服务（AMS）公式，根据 CME 的黄油、奶酪和干乳清期货的季度平均值计算乳脂、蛋白质、其他固体和脱脂固体的价值。

投保者还可以选择该季度要承保的牛奶产量，承保牛奶量是在合同中约定的牛奶磅数，即计划生产的实际牛奶磅数。等级定价选项中生产者的最终牛奶产量必须达到选择要承保的牛奶产量的 85%，成分定价选择的实际检测值必须达到申报值的 90%，否则会导致赔款金额减少。

DRP 的保险期间使用日历季度（1—3 月、4—6 月、7—9 月、10—12 月），投保人可以选择一次承保最多 5 个季度，承保开始的日期最迟为所选季度前 15 天。随着保障水平的增加，FCIC 的保费补贴比例从 55% 递减到 44%。

3.3.3 赔偿方式

DRP 的赔付金额的计算方式可表示为：

$$\text{保障收入} = \text{保障价格} \times \text{覆盖牛奶量} \times \text{保障水平}$$

$$\text{实际收入} = \text{到期地区牛奶月平均价格} \times \text{覆盖牛奶量} \times \text{产量调整系数}$$

$$\text{赔付金额} = (\text{保障收入} - \text{实际收入}) \times \text{保障水平} \times \text{保护系数}$$

其中，该季度的预期收入为保障价格与承保牛奶量的乘积，预期收入与保障水平的乘积即保障收入。保障水平可以选择覆盖预期收入的 80%~95%，以 5% 为增量。产量调整系数等于美国农业部国家农业统计局（NASS）报告的每头奶牛的实际季度牛奶量或产量，除以 RMA 确定的每头奶牛的预期牛奶量。保护系数是

^① 1 磅=0.454 千克。

从 1 到 1.5 的乘数，以 0.05 为增量，更高的保护系数会增加保费成本，同时也会带来更多的赔付。

3.4 断奶牛犊风险保障保险（WCRP）产品运行机制

3.4.1 保障责任

断奶牛犊风险保障保险（WCRP）针对春季出生的牛犊，为肉牛犊养殖者提供从牛犊出生到断奶期间的收入保障。保障责任包括：不利的天气条件，火，地震，野生动物，火山爆发，由于疾病控制措施应用不充分或不当而导致疾病，其他直接损害牧场和其他形式放牧的原因，保险期限内导致牛犊死亡的承保危险。

为缓解逆向选择和化解道德风险，WCRP 将以下原因导致的损失作为除外责任：流产，死胎，在投保人提交牛犊报告之前死亡的牛犊，受孕失败，投保人受到官方政府机构命令必须销毁的牛犊，被扣押或隔离的牛犊且在保险期间未被释放，在牛犊被隔离期间由于任何原因导致的牛犊死亡，在运输途中牛犊死亡。

3.4.2 保障水平

WCRP 的保障水平为核定产量的 50%~85%，FCIC 提供的对应保费补贴比例从 67%递减到 38%。根据保障模式不同，WCRP 主要分为三类保险产品，分别为提供产量保障、收入保障、剔除收获价格的收入保障的保险产品，这三种模式的保险产品都充分利用了期货市场的价格发现功能^[9]。

3.4.3 赔偿方式

- (1) 产量保险（WCRP-YP）：对产量提供风险保障，赔付牛犊保险期内的产量损失。
- (2) 收入保险（WCRP-RP）：在产量保险基础上进行了优化，将市场价格波动风险纳入保障范围，同时保费自然更高。

WCRP-RP 的赔付机制如下：

保障收入：

$$\text{每头牛犊的核定产量} \times \text{保障水平} = \text{每头牛犊的产量保障}$$
$$\text{每头牛犊的产量保障} \times \text{牛犊数量} = \text{总的产量保障}$$
$$\text{总的产量保障} \times \text{预期价格与收获价格的较高者} = \text{保障收入}$$

实际收入：

$$\text{每头牛犊的实际产量} \times \text{实际最终断奶牛犊数} = \text{实际总产量}$$
$$\text{实际总产量} \times \text{调整后的收获价格} = \text{实际收入}$$

赔付金额：

$$\text{保障收入} - \text{实际收入} = \text{赔付金额}$$

其中，预期价格和收获价格基于 CME 的育肥牛期货合约确定，预期价格基于前一年 12 月 15 日到当年 1 月 15 日的期货价格平均值，收获价格基于当年 10 月 1—31 日的期货价格平均值。但需要注意的是，CME 的育肥牛期货合约仅限于重量为 700~899 磅的牛，所以 RMA 会公布 650 磅的牛犊的预计价格和收获价格，随后，再通过区域因素将期货价格调整为 650 磅牛犊的区域价格。

此外，由于牛犊的价格取决于牛的体重，体重较轻的牛犊通常每磅价格较高，而较重的牛犊每磅价格较低。WCRP 将牛犊的断奶时重量限制在 200~750 磅，然后使用商品交易价格规定列出的价格调整系数测算出 200~750 磅不同重量对应的预期价格、调整后的预期价格、收获价格和调整后的收获价格。

(3) 剔除收获价格的收入保险（WCRP-RP-HPE）：与收入保险（WCRP-RP）类似，赔付金额均为保障收入与实际收入的差额，实际收入的计算方式也相同。但保障收入的设定不同，剔除收获价格的收入保险不是选用“预期价格与收获价格的较高者”作为保障收入，而是选择预期价格^[10]。

4 美国多层次养殖业保险产品的特点比较

从美国养殖业保险产品的实践历程看，WCRP 于 2024 年刚开始推行，尚处于市场试点阶段。而前三类

养殖业保险产品运行时间较长，目前市场上主要由这三类产品为美国养殖业提供风险保障。

4.1 养殖业保险产品的市场情况

4.1.1 市场概况

表 2 总结了 2019—2023 年美国养殖业保险的承保与理赔情况。总体上看，承保与理赔数量呈现逐年增加趋势。保费补贴比例一直维持在较高水平，承保数量随着保费补贴比例的提高而增加。美国养殖业保险面临较高的赔付率，甚至在 2020 年和 2023 年赔付率均超过 100%。

表 2 2019—2023 年美国养殖业保险市场概况（包括 LRP、LGM 和 DRP）

年份	承保 保单数	发生赔付 保单数	风险保障/ 亿美元	保费收入/ 亿美元	补贴/ 亿美元	赔偿/ 亿美元	赔付率/%
2019	3 385	1 134	61.27	1.01	0.43	0.79	78
2020	3 882	2 264	134.41	3.06	1.32	4.89	160
2021	7 083	4 603	142.80	5.72	2.40	1.50	26
2022	10 072	6 771	211.05	8.46	3.49	5.73	68
2023	16 306	7 635	264.35	10.87	4.20	11.92	110

数据来源：美国农业部风险管理局网站，2024，<https://public-rma.fpac.usda.gov/apps/SummaryOfBusiness/HistoricalReports>。

4.1.2 保费规模

自 2003 年 LRP 和 LGM 两款养殖业保险产品在市场上推出后，美国养殖业保险产品市场规模呈指数级增长（图 2）。这是因为，一方面，2018 年美国参议院两党通过长期预算方案后，联邦政府每年度 2 000 万美元的补贴上限被取消，FCIC 董事会经投票决定提高牲畜保险产品的保费补贴力度；另一方面，2018 年推出了 DRP，且 2018 年美国农业法案允许奶牛养殖者同时参加 DRP 和农场服务局提供的 DMC。

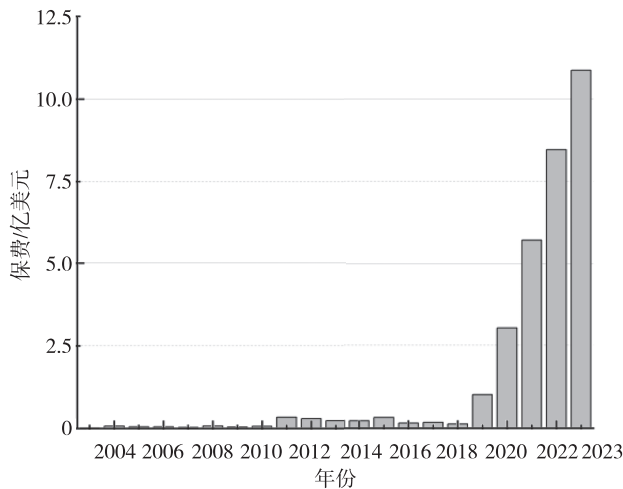


图 2 2003—2023 年美国牲畜保险的保费收入（包括 LGM、LRP、DRP）

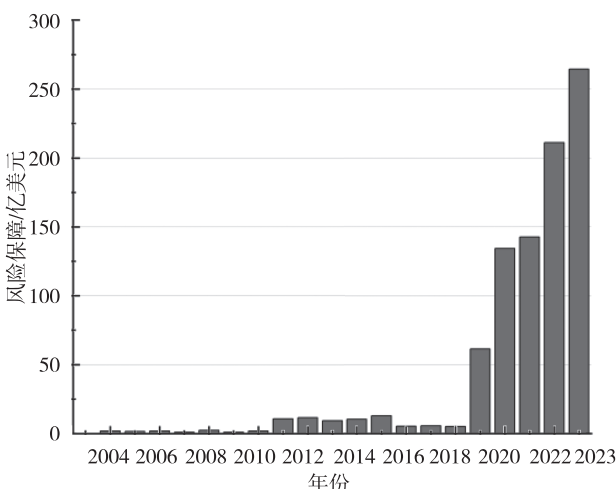


图 3 2003—2023 年美国养殖业保险提供的风险保障

数据来源：美国农业部风险管理局网站，2024，<https://public-rma.fpac.usda.gov/apps/SummaryOfBusiness/HistoricalReports>。

4.1.3 保障水平

自 2003 年推出 LRP 和 LGM 产品开始，美国养殖业保险产品提供的风险保障水平不断提升（图 3）。尤其是进入发展完善阶段之后，风险保障金额从 2018 年的 5 亿美元大幅跃升至 2019 年的 61 亿美元。

此外，美国养殖业保险不同的产品形态以及对不同保险标的所提供的风险保障水平具有异质性。从产品形态来看，2021 年 LRP 提供的风险保障水平较前几年有大幅提升，这是由于 2018 年农业法案后，2019 年联邦政府对于 LRP 的保费补贴率从 13% 提高到 20%，在 2020 年又进一步提高至 35%~55%^[11]；此外，

DRP 自 2019 年启动后，便成为美国养殖业保险市场的主流产品。以 2022 年为例，DRP 为养殖业提供的风险保障水平约占有所有养殖险产品提供总风险保障水平的 63.5%，LRP 和 LGM 分别占 27%和 9.5%。从保险标的来看，美国养殖业保险为牛奶提供的风险保障约占总风险保障水平的 66.3%，肉牛和猪分别占 18.4%和 15.3%。

4.2 养殖业保险产品的特点比较

根据承保标的不同，本文分别对 LRP 与 WCRP、LGM-Dairy 与 DRP 产品的特点进行了比较。

4.2.1 LRP 与 WCRP 的比较

LRP 与 WCRP 的保险标的以牛为主，二者在保险责任、保单销售周期、保障数量、价格设定等方面存在差异，具体如表 3 所示。

表 3 LRP 与 WCRP 的特点比较

LRP		WCRP
保险标的	育肥牛、饲养牛和猪	肉牛犊
保险责任	为育肥牛、饲养牛和猪的价格风险进行管理	为肉牛犊生产者提供从出生到断奶期间的收入保障
保单销售周期	每个工作日	每年 1 次
保障数量	预期牲畜销售头数乘以每头牲畜预期重量（在投保时已确定）	牛犊报告上记载的牛犊数乘以核定重量（赔付与牲畜存活头数和实际重量有关）
保险期限	可选择不同保险期限，最长为 52 周	提交牛犊报告至断奶、出售或被损毁等
预期价格	投保日对应保险期间长度的远期期货合约的结算价格	预期价格基于 CME 的饲养牛期货合约，并根据重量利用价格下滑进行调整
实际价格	根据美国农业部农业营销服务处的价格系列数据计算得出	收获价格基于 CME 的饲养牛期货合约，并根据重量利用价格下滑进行调整
产品分类	价格保险	产量保险、收入保险

4.2.2 LGM-Dairy 与 DRP 的比较

LGM-Dairy 是相对 DRP 推行时间更早的养殖业保险产品，LGM-Dairy 为牛奶毛利润损失提供保护，DRP 针对总收入提供风险保障。二者特点的比较如表 4 所示。

表 4 LGM-Dairy 与 DRP 的特点比较

LGM-Dairy		DRP
保险标的	牛奶	牛奶
保险责任	保护牛奶和饲料成本之间的毛利润	防止因牛奶价格下降、地区/州牛奶产量下降或两者兼而有之而导致牛奶销售季度收入意外下降
除外责任	奶牛死亡，牛奶产量意外下降，饲料用量意外增加，预期或多年牛奶价格下降或饲料成本上涨	奶牛死亡或其他损失或毁坏，任何其他类型的损失或损坏
保险期限	保单销售后的 11 个月	在每个销售期间最多可以一次购买 5 个季度的合同
产量	每个月份的保障数量等于生产者在该月的目标市场销量，目标市场销量由生产者决定	生产者根据其个人需求制定每个季度要覆盖的牛奶产量（实际产量根据产量调整系数调整）
预期价格	基于 CME 的Ⅲ类牛奶、玉米、豆粕期货合约在保单签订前 3 个工作日的平均结算价格计算	基于芝加哥商品交易所（CME）Ⅲ类和Ⅳ类牛奶、黄油、奶酪和干乳清期货的季度平均值
实际价格	基于 CME 的Ⅲ类牛奶、玉米、豆粕期货合约在期货交易截止日前 3 个工作日的平均结算价格计算	收获价格为农业市场服务局地区月平均价格
保单销售周期	每周	每个工作日
赔偿支付	实际总毛利润低于预期总毛利润	实际收入低于保障收入
产品分类	毛利润保险	收入保险

值得注意的是, LGM-Dairy 在 2023 年承保 28 亿磅牛奶, 不及 DRP 承保牛奶量的 1/10。两者的差距主要由以下几个原因造成。第一, 虽然 LGM 可以选择按月付款, 可保时间范围也较短(低至 1 个月), 但要等到 11 个月的保险期后才会支付赔偿金, 而 DRP 在每个相关季度结束后的 30~90 天内支付赔偿金, 因此 DRP 理赔机制的灵活性更高^[12]。虽然生产者可以在一个作物年度同时购买 LGM-Dairy 和 DRP, 但他们不能在保险期内承保标的相同的牛奶, 这就要求生产者必须在二者之间进行选择。第二, 生产者的地理位置也是非常重要的决定因素, 如果生产者处于以Ⅳ级牛奶生产为主的区域, 就会更多地考虑 DRP, 因为 LGM 只保护Ⅲ类牛奶和饲料成本之间的利润。

5 美国多层次养殖业保险产品的经验总结

5.1.1 由价格保险向收入保险转型升级

从价格保险向收入保险转型升级是美国近年来养殖业保险发展的趋势。由于饲养牲畜的风险较大, 美国将牛奶纳入收入保险的保险标的, 实现了从提供牛奶价格风险保障到提供收入保障的多层次保障。

通过比较市场运行数据, 可以发现, 牛奶收入保险(DRP)更好地发挥了美国乳业生产安全网的作用。近年来, 美国养殖业保险覆盖面不断扩大, 除了得益于 DRP 保险产品的推广, 也得益于农业保险支持政策上的优化, 比如取消联邦政府补贴支出上限、放开承保数量限制、提高保费补贴比例、允许同时参与保险项目和完全由政府运营的农产品计划项目等, 极大程度地激发了养殖户的参保积极性。此外, 美国最近也推出了与种植业收入保险赔偿方式相似的针对牛犊的保险产品, 着力实现更高层次的风险保障。

5.1.2 同一标的不同产品的多层次和差异化明显

对于养殖业保险来说, 虽然不同产品的保险标的可能一致, 但保障责任呈现出不同的层次, 能满足养殖者多样化的需求。比如 LRP 和 LGM 都可以保护生产者免受市场波动的影响, 而 LRP 主要关注价格下跌带来的风险, LGM 则更注重整体盈利能力的保障; DRP 和 LGM 都可对牛奶价格进行风险保障, 但 DRP 更关注牛奶价格意外下跌(Ⅲ类、Ⅳ类或成分)导致的损失, LGM 则重点保障Ⅲ类牛奶和饲料成本之间的利润; LRP 和 WCRP 都有利于稳定养牛者的收入, 但 LRP 只补偿因价格波动造成的损失, 而新推出的 WCRP 可以对只产量进行保障, 也可以同时保障产量和价格。同时, 保险产品在保障水平、免赔额、保险期间等方面给予生产者多种选择权, 满足了差异化的保障需求。但美国的养殖业保险的保险标的数量有所取舍, 比如对于禽蛋、羊等没有专门设计的保险。

5.1.3 重视期货市场价格发现功能及数据共享

尽管美国没有专门提出“保险+期货”的概念, 但无论是牲畜价格保险还是牲畜收入保险, 都充分利用了期货市场的价格发现功能。在美国, 牛、猪、乳制品都有交易非常活跃的期货与期权市场, 这使得美国牲畜保险产品的理赔机制发挥出应有的效果。此外, 良好的数据条件是养殖业收入保险设计和成功推行的关键因素。DRP 是基于地区统计数据而设计的保险产品, WCRP 的设计也依赖于完备的区域历史产量数据。

6 中国养殖业保险产品状况及特点

目前, 中国养殖业保险覆盖面仍较低。为了解中国养殖业保险产品现状, 本文从某代表性专业农业保险公司官方网站的《产品目录信息披露清单》的1 018款备案产品中, 手动筛选出农业保险产品共 145 种。进一步地, 根据产品具体条款, 筛选出其中的养殖业保险产品共 37 种, 按照经营目的、保险标的及保障层次进行了分类(表 5 至表 7)。

表 5 某农业保险公司中央财政补贴型养殖业保险产品

保险对象	保险产品
养殖业	中央财政生猪养殖保险（2021 版）
	中央财政奶牛养殖保险（2022 版）
	中央财政能繁母猪养殖保险（2022 版）

表 6 某农业保险公司地方财政补贴型养殖业保险产品

保险标的	保险产品	保障层次
牲畜	地方财政仔猪养殖保险（2021 版） 附加地方财政种公猪养殖保险 地方财政羊养殖保险（2022 版） 地方财政种羊养殖保险（2022 版） 地方财政生猪重大疫情保险（2022 版）	成本保险
	地方财政生猪价格指数保险（B 款） 地方财政生猪价格指数保险（C 款） 地方财政生猪价格指数保险（2022 版） 地方财政奶牛热应激反应奶价格指数保险（2022 版）	价格保险
	地方财政鸽养殖保险（2022 版） 地方财政种禽养殖保险（2022 版）	成本保险
	地方财政虾养殖保险（2022 版） 地方财政池塘养蟹保险（2022 版） 地方财政南美白对虾养殖保险（2022 版） 地方财政淡水养殖（经济鱼虾）保险（2022 版） 某区地方财政稻田生态养殖（小龙虾）保险（2022 版）	成本保险
水产养殖	地方财政南美白对虾价格指数保险（2022 版）	价格保险

表 7 某农业保险公司商业性养殖业保险产品

保险标的	保险产品	保障层次
牲畜	附加商业性仔猪养殖保险 附加商业性生猪提标保险 商业性生猪重大疫病保险（2022 版） 商业性羊养殖保险（2023 版） 附加商业性生猪消杀防疫费用补偿保险 附加商业性无害化处理费用补偿保险 商业性能繁母猪繁育能力保险（规模化养殖场专用）（2022 版）	成本保险
	商业性生猪价格保险（2023 版） 商业性生猪价格指数保险（2021 版） 商业性生猪价格指数保险（B 款） 商业性生猪价格指数保险（2023 版） 商业性奶牛热应激反应奶价格指数保险（2022 版）	价格保险

(续)

保险标的	保险产品	保障层次
水产养殖	商业性鲢鱼养殖保险（2022 版）	成本保险
	附加商业性鳃出血孢子虫病保险	
	商业性南美白对虾虾苗保险（2022 版）	
	附加螃蟹回捕率保险	
	商业性鲢鱼价格保险（2023 版）	价格保险

通过对以上养殖业保险产品条款进行解析发现，农业保险公司推出的养殖业保险呈现以下特点。一是产品结构不够完善。主要以传统死亡保险（成本保险）为主，价格类保险占养殖业保险产品的比例不到 30%，收入保险尚未进行实践探索。二是保障责任有待扩充和优化。例如，不少标的面临的疫病风险、市场风险及环保风险等尚未纳入保障范围，保险责任还不够细化。三是保障水平缺乏灵活性和适应性。产品设计“一刀切”的同质化现象比较突出，很难满足不同规模养殖户的多样化需求，尤其是对于养殖大户而言，较低的保障水平既“不解忧”也“不解渴”，在一定程度上也挫伤了其投保积极性。四是期货市场的价格发现功能没有引起足够重视。目标价格的确定与期货市场的联动机制尚未健全。

7 美国多层次养殖业保险产品对中国的启示

7.1.1 积极探索养殖业收入保险

与中国不同的是，美国养殖业保险产品结构以收入保险为主。这是因为，纯粹的价格保险容易产生投保人逆向选择问题，即当农户预期未来产品价格下跌时竞相投保，届时都去索赔；但当预期未来产品价格上涨时，则很少有人愿意投保甚至无人投保，导致保险人对价格保险无法持续经营。如果将自然风险和价格风险结合在一起承保收入保险，由于产量与其价格的负相关关系，就可能产生一种“对冲效应”，这对经营来讲可以避免单纯的价格风险保障，可以降低年度赔付的标准差，也就会在一定程度上降低经营的风险，使这类养殖业保险的可行性大为提高。因此，建议有序推进养殖业收入保险，逐步推动养殖业保险实现从“保成本”到“保价格”再到“保收入”保障层次的转型升级，促进养殖者收入稳定。

7.1.2 提升产品设计的科学性和规范性

第一，合理扩充保险责任，将保险责任尚未覆盖的疫病、市场、环保风险等纳入养殖业保险的保障范围；第二，推动产品条款标准化，制定养殖业保险行业示范条款，结合养殖生产实际和生产周期，科学设定保险责任期间；第三，增强保障灵活性，结合市场行情变化，建立单位保额动态调整机制，以制定更加反映养殖业生产综合成本的差异化保额，在保障水平、免赔额、保险期间等为养殖户投保提供更多选择权；第四，鼓励开发更加契合需求的创新型产品，如针对淡水水产养殖等在现有条款基础上开发气温、降雨、风力等气象指数保险。

7.1.3 优化“保险+期货”模式，强化数据协同

国内期货交易所已上市的农产品期货期权相关养殖品种涉及鸡蛋、生猪、豆粕等。近年来，尽管中国“保险+期货”模式取得了一定成效，但是该模式的性质、定位及可持续性仍面临困境。与美国养殖业保险充分利用期货市场价格发现功能的特点相比，中国农产品期货市场还不够完备，活牛、生鲜牛乳商品期货还未上市。因此，建议有序推动新的期货交易品种上市，以充分挖掘和发挥期货市场的价格发现功能，同时优化“保险+期货”的模式设计，转变为由保险公司主导的“保险一期货”模式，为养殖业产品设计提供坚实的价格参照基础，发挥保险与期货在养殖业价格风险管理中的协同作用。此外，加强养殖产业信息共享和多方联动，强化各级农业农村部门和养殖企业、保险公司的联系对接，为收入保险的产品设计提供数据支撑，

也有效助力养殖业保险实现精确承保、精准理赔。

参考文献

- [1] 庾国柱. 从 40 年政策变化喜看中国农业保险蓬勃发展 [J]. 保险研究, 2018 (12): 84-87.
- [2] 魏超, 牛浩, 孙乐, 陈盛伟等. 政策性农业保险市场供求非均衡的测度及分析 [J]. 世界农业, 2021 (7): 11-22.
- [3] KOPF E W. Origin, development and Practices of Livestock Insurance [M]. New York: Lawrence L W, 1928.
- [4] 冯文丽, 梁瑞. 草原保险发展的国际经验 [J]. 中国金融, 2021 (15): 89-90.
- [5] 美国国会研究服务处. 牛奶收入保障保险 [EB/OL]. (2018-09-20) [2024-06-30]. <https://www.congress.gov/crs-product/IF10985>.
- [6] 爱荷华州立大学. 乳品生产商的风险管理选项 [EB/OL]. (2021-08-01) [2024-06-30]. <https://www.extension.iastate.edu/agdm/livestock/html/b1-53.html>.
- [7] 美国农业部. 贝类作物保险计划为牡蛎生产商提供必要的保护, 使其免受环境挑战等 [EB/OL]. (2024-04-04) [2024-06-30]. <https://www.farmers.gov/blog/shellfish-crop-insurance-program-offers-oyster-producers-needed-protection-from-environmental>.
- [8] 美国农业部. 水产养殖 (牡蛎、蛤蜊、WFRP) 情况说明书 [EB/OL]. (2022-09-01) [2024-06-30]. <https://old.rma.usda.gov/en/Fact-Sheets/National-Fact-Sheets/Aquaculture-Oysters-Clams-WFRP>.
- [9] 何小伟, 陈星足, 张伟. 中国“保险+期货”模式的运行机制、国际比较与政策取向 [J]. 农村金融研究, 2023 (2): 62-71.
- [10] 何小伟, 方廷娟. 美国农业收入保险的经验及对中国的借鉴 [J]. 农业展望, 2015, 11 (1): 26-30, 36.
- [11] BOYER C N, GRIFFITH A P. Subsidy rate changes on livestock risk protection for feeder cattle [J]. Journal of Agricultural and Resource Economics, 2023, 48 (1): 31-45.
- [12] 美国农业局联合会. 审查乳品风险管理计划的参与情况 [EB/OL]. (2022-05-19) [2024-06-30]. <https://www.fb.org/market-intel/reviewing-participation-in-dairy-risk-management-programs>.

The Reference of the Multi-level Livestock Insurance Product System in the United States to China

HE Xiaowei XU Yihan LIU Jing LIANG Rui

Abstract: Building a multi-level agricultural insurance system is an important direction and task for the current development of agricultural insurance in China. In recent years, the scale of livestock insurance in the United States has significantly expanded, and the level of livestock insurance products has been continuously enriched and improved. Its development experience has positive reference significance for China. This article reviews the development history of livestock insurance products in the United States, analyzes the operating mechanisms of the four main types of products in the United States, and compares the characteristics of different products. We find that upgrading from price insurance to income insurance is a trend in the development of livestock insurance in the United States in recent years. Although the insurance subject of different livestock products may be the same, their protection responsibilities present different levels, which can meet the diverse needs of breeders. Both livestock price insurance and livestock income insurance in the United States fully utilize the price discovery function of the futures market. Finally, this article proposes suggestions such as actively developing livestock income insurance, improving product design, optimizing the “insurance+futures” model and enhancing information sharing.

Keywords: United States; Livestock Insurance; Price Insurance; Income Insurance; Operating Mechanism

(责任编辑 李 辉 卫晋津)

东京都市圈农业的功能分化、发展选择及对中国的启示

◆ 杨 易

(中国农业大学经济管理学院 北京 100083)

摘要：首都农业对助力一国农业强国建设的引领作用不容忽视，日本东京都市圈农业历经数十年的发展，逐步走出一条首都特色农业道路。研究发现，东京都市圈农业生产已演变为“内圈+中圈+外圈”的圈层化的农业分工布局。具体来看，东京都市圈的内圈承担了农业技术研发创新中心与多元化农业形态典范的重要功能；中圈为农产品及涉农要素流通重要空间；外圈则为农产品生产保障基地；其农业分工模式正处于由中心引领转向协同互动的过渡阶段。东京都市圈农业发展的战略选择可以归为四点：第一，政策引导都市与农业融合发展，充分发挥都市圈辐射带动作用；第二，走出首都特色农业道路，推动观光养老等多产业多功能有机结合；第三，完善农业科技创新体系，以科技进步支撑农产品生产向好发展；第四，维护改善农业劳动力基本权益，深入挖掘农业高素质人才资源。

关键词：东京都市圈；圈层化；都市圈农业；首都农业

DOI：10.13856/j.cn11-1097/s.2025.05.002

随着国家区域空间的不断优化演变，都市圈成为带动引领农业高质量发展的重要空间，在创造经济效益、满足社会需求、改善生态环境中发挥着重要作用^[1-2]。早在2014年《国家新型城镇化规划（2014—2020）》便提出“积极发展都市现代农业”，通过保障国家粮食安全和重要农产品有效供给，提升现代农业发展水平，完善农产品流通体系三方面入手加快农业现代化进程。2019年国家发展改革委出台《关于培育发展现代化都市圈的指导意见》，指出要“在都市圈内培育建设联结城乡的功能平台，推动城乡要素跨界配置和产业有机融合发展”。由此可见，都市圈作为中国农业发展的“新阵地”，在促进农业现代化建设、城乡融合发展中的作用不容小觑。

在都市农业研究方面，国内外学者的探讨主要集中于其定义、现状、功能与特点。例如，有研究发现与城市化的负外部性相反，都市农业在粮食安全、城市减贫、心理福祉、社区改善和教育等方面都具有显著贡献^[3]。都市农业较为公认的定义是在城市或周边地区，利用城市独特的自然和社会资源，形成高品质、高效率、多功能性和可持续发展的农业模式，满足城市地区的农产品需求，兼有现代农业的一般性和都市农业的特殊性^[4]。具体而言，都市农业内涵丰富、形式多样、产业多元，学者们从地理位置^[4-5]、功能形式^[6]、都市农业特点^[7]等角度总结了都市农业发展模式。前人的研究成果探讨了都市与其周边地区农业发展的系统联系，但相对缺乏从都市圈角度关注其辐射区域内农业一体化分工的研究，对都市圈农业与其他产业融合发展路径缺乏系统性探讨。

收稿日期：2024-07-10。

作者简介：杨易（1998—），男，山东青岛人，博士研究生，研究方向为农业经济理论与政策，E-mail: cauyangyi@163.com。

在都市圈农业研究方面,都市圈农业指在一个更广阔的空间范围中,充分发挥都市与都市、都市与周边地区的要素优势,形成功能与产出协调互补,产品与服务优质高效的农业新业态。都市圈农业与都市农业相比,更大程度上涵盖了农业生产和供应功能,强调了农业的都市圈一体谋划、融通发展。例如,有研究总结了国际典型的日本东京都市圈、法国大巴黎地区和国内典型的长三角区域、京津冀区域、粤港澳大湾区的农业发展特征^[8]。另有学者在分析澳大利亚的大墨尔本地区的都市圈农业规划时,提出了打造多功能农业应遵循的六项原则:灵活性、协作、发挥小农户的作用、长期战略、技术应用和循环资源利用^[9]。可以发现,当前关于都市圈农业的研究重在探究农业生产与城镇生活、生态保护的空间功能划分,讨论农业与制造业、生产性服务业间的职能关系,而少有聚焦都市圈农业内部的运作模式。且既有的相关研究主要集中在发展现状和原则制定等方面,鲜有研究对其核心逻辑、应有举措和内在机理进行深入探讨,都市圈农业分工体系应如何统筹谋划仍不明晰。

日本作为农业强国之一^[10],在地理位置、社会等方面与中国有较多共性,农业实践经验丰富。东京都市圈作为世界第一大都市圈,其农业历经数十年发展呈现出了圈层化的产业分工格局,走出了别具一格的首都特色农业道路,为日本农业赋能增效起到了至关重要的作用。了解并厘清东京都市圈在推进日本农业强国建设中的演变过程和功能分化,探索日本都市圈农业提升的适应性机制,对加快中国建设成为农业强国具有重要参考价值。基于此,本文从都市圈农业视角出发,梳理和提炼东京都市圈农业发展的良好实践,总结其区域内各城市间的农业职能分工演变规律和战略选择逻辑,探讨其对中国都市圈农业现代化高质量发展的启示作用。

1 都市圈农业区域分工模式的形成

根据区域分工理论,各地区以提高经济效益为目的,凭借其发展条件和要素禀赋,按照比较利益原则发展自身优势产业,进而区域间产生了差异化互补性的分工形态^[11]。以 Krugman 为代表的新经济地理学家构建起“中心-外围”模型^[12],内涵在于一个完整的区域经济区域存在中心地区,并以其为顶点自组织化形成多层空间结构^[13]。在此结构中,中心城市在权力、资源、市场等多方面是优势方,自然也主导了区域内分工格局的演变和规划。在产业价值链上看,中心城市占据研发设计、金融服务、管理决策、市场营销等价值链高位;中心边缘城市具有较好的发展环境,承担了中心产业配套及要素集聚地、交通物流节点等作用;外围城市则是产业转移的承接者,是农业和劳动密集型制造业的重点地区,产业附加价值较低。这种产业发展呈现梯度格局的现象也被称为“雁阵模式”^[14]。纵观国际主要都市圈的功能构成特征,如东京、伦敦、美国大西洋沿岸等,都呈现出了中心城市以服务业为主导,外围城市以生产制造或专业服务为侧重的职能格局^[15-16]。

遵循同样的逻辑,农业区域分工也应表现为“雁阵模式”。现代农业产业链供应链不单指原料、加工、生产、消费等纵向一体化环节,还需与横向一体化相结合,实现农业价值的横向拓展。纵向来看,要以农业生产为核心,向前与种子、农机、化肥、农药等农业生产资料相链接,向后与加工、运输、销售、营销、废弃物处理相链接,构成地域分工、环节完整、运行流畅的农业生产链条;横向来看,要拓展农业功能,拓宽农业范围,将农业与旅游、文化、康养、生物质能源等产业交叉融合,助力农业结构优化和新业态创新发展^[17-18]。

要实现都市圈经济一体化发展,农业一体化分工是战略性基础。对区域内农业空间进行优化升级,一方面,使农业与第二、第三产业紧密衔接,强化数字信息产业与农业的融合程度,探索发展现代都市农业新模式新业态;另一方面,要求都市圈各层空间结构的一体化农业分工有效实现,结合各层特点和资源禀赋,着重发挥地区优势,形成优势互补、功能搭配、利益共享的农业分工格局,如图 1 所示。

根据地理位置和功能定位,可以将都市圈农业划分为三个圈层,也代表着都市圈农业的三种形态。内圈

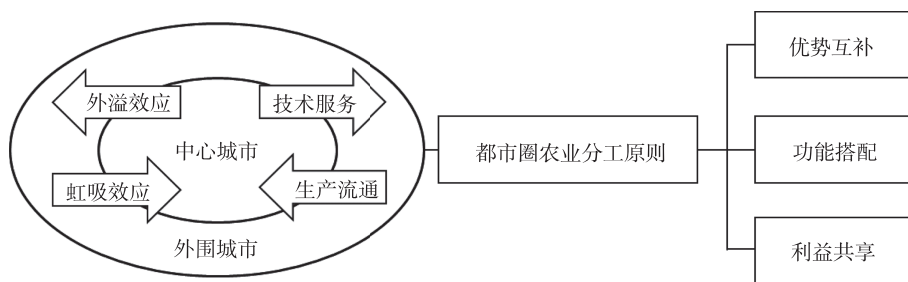


图1 都市圈农业分工格局

所具备的强劲农业科技实力将扩散至周边城市和地区，提供智慧农业、新品种开发、种养技术等技术支持与创新引领，提高农业生产效率和产品质量；发达的市场体系和信息网络为农产品通畅流通提供了广阔渠道；发达的金融服务也能帮助涉农生产者解决资金问题，降低经营风险。中圈拥有完善的物流体系，能够为农产品提供高效的运输、仓储、配送等服务，通过发达的交通网络，优化农产品的流通效率，降低物流成本；较为丰富的农业生态空间资源为都市圈起到环境保护和生态涵养的作用，推广生态农业、有机农业等绿色发展模式，提高农业生产的可持续性。外圈因为城市化水平较低，土地资源丰富，拥有良好的农业生产条件，因此应以农业生产为主导，结合加工型企业，形成都市圈农业生产基地，紧密结合都市圈居民需要，生产规模化、标准化农产品，满足城市居民的食物消费需求。

2 东京都市圈及其农业发展现状与特点

2.1 农业劳动力不断减少，耕地面积持续紧缩

狭义上的东京都市圈包含东京都、埼玉县、千叶县与神奈川县，即“一都三县”。1956年日本政府颁布的《首都圈整备法》又将东京都市圈的概念进一步扩大，将茨城县、栃木县、群马县和山梨县涵盖在内，即“一都七县”。

东京都市圈农户数量下降趋势明显。该地区农户数自1985—2020年持续下降，且下降幅度逐步扩大，2020年相较于2015年下降幅度高达约18.53%。主要从事农业的核心农民^①也在2015—2020年五年间减少了22.85%^②。东京都市圈农业劳动力数量持续缩减，城市化和人口老龄化是两大重要原因。老龄化的持续加剧，劳动年龄人口的减少，导致支撑农业的劳动力匮乏，社会保障投入费用增加与消费乏力。此外，东京都市圈农户兼业化程度较深。2019年东京都市圈销售农户总数约为21.1万户，其中兼业农户占比为66.82%^③，各地区兼业农户均占主流地位。

东京都市圈耕地面积持续缩减。1976—2022年东京都市圈耕地面积萎缩较为严重^④，耕地面积年变化率始终为负。应注意到的是，尽管日本政府大力重视农地这一农业生产要素^[19]，早在2009年发起的“平成农地制度改革”便提出了确保农地面积保持在450万公顷的要求，但耕地面积缩减的势头不曾扭转，受土地撂荒和非农用地增长的负面影响较大。因此，保护都市农业和城市农地已经成为东京都市圈农业振兴的重点任务。

2.2 各地区农业产出差距悬殊，粮食自给率“外高内低”

1976—2021年东京都市圈农业产出额总体上呈现出了下降趋势，但绝对值的变化波动并不剧烈，横向比

① 《日本统计年鉴2023》中该统计指标为“基干的农业从业者”（core persons mainly engaged in farming），给出的释义为“以农业为主要日常工作的人口”，本文暂且翻译为“主要从事农业的核心农民”。

② 数据来源：农林水产省，<https://www.maff.go.jp/>。

③ 数据来源：《日本统计年鉴2021》，<https://www.stat.go.jp/data/nenkan/70nenkan/08.html/>。

④ 数据来源：总务省统计局统计仪表板，<https://dashboard.e-stat.go.jp/>。

较来看,东京都市圈不同地区农业产出额差异显著。位于都市圈外围的茨城县是都市圈内第一农业大县,2021年耕地面积为16.23万公顷,农业产出额为4263亿日元,位列日本全国第三;同年位于东南部的千叶县、位于北部外围的栃木县和群馬县的耕地面积和农业产出额在日本同样占据重要地位;与此对比,东京都市圈中部区域的东京都和神奈川县同年耕地面积分别仅有0.64万公顷和1.82万公顷,农业产出额分别仅有196亿日元和660亿日元^①。分析2010—2019年东京都市圈内各行政区的粮食自给率,可以发现其呈现出了三类不同特点。第一,位于东京都市圈外围的茨城县和栃木县的粮食自给率始终在70%左右,保持在较高水准;第二,位于东京都市圈北部外围的群馬县、西部的山梨县和东南部的千叶县粮食自给率在20%~30%,略低于同年38%的日本全国整体水平;第三,位于东京都市圈中心区域的东京都以及周边的埼玉县、神奈川县粮食自给率较低,尤其后两者接近0%,十分依赖他地供给。

综合来看,东京都市圈农业产出和粮食自给率大致表现出了一个规律:以东京都为中心,越向外围延伸,农业产出越大、粮食自给率越高,东京都市圈农业犹如一个“盆地”,农业生产功能中心弱、四周强。

2.3 农业发展遵循地域禀赋,农业项目差异化打造

东京都市圈蔬菜、水果、花卉等经济作物的种植取得了不俗成效,2021年在东京都市圈多数地区的蔬菜产出占本地农业产出总额的比例最高,这与日本全国的农业产值情况类似。同时,日本重视开发植物工厂^②以提升农业生产率。东京都、神奈川县、千叶县等地有较多植物工厂分布,借助科技优势在有限耕地内实现蔬菜产量翻倍。在日本全国蔬菜产值的地区排名中,茨城县和千叶县分别位列第二和第三^③,群馬县、埼玉县和栃木县同样占有较大份额。山梨县各农业类别中水果类产出最高,占比高达70.9%^④,是葡萄和桃的第一大产地,而茨城县、千叶县和栃木县是梨的主产区。此外,埼玉县、千叶县、茨城县花卉产值的比重也名列日本前茅,其中埼玉县是日本百合、花坛用苗和三色堇的第一产区^[19]。

综合来看,东京都市圈农业生产结构以蔬菜、水果、花卉等生鲜农产品为主导,并呈现出围绕东京都这一重要消费市场集中的生产布局,借助邻近市场的供应优势,满足市民对新鲜时令农产品的需要,保障新鲜供给。

邻近消费地布置生产的这一现象符合日本自1981年开始施行的“地产地销”计划^⑤。由于20世纪60年代日本普遍面临的土地抛荒、农业劳动力匮乏、食品安全事故频发等食品安全问题,日本大力推进农产品就近销售,既有利于保证农产品的新鲜安全,又能顺应节省运费、降低成本的需要。东京都发布的《食育推进计划(2021—2025年)》指出东京都正通过提高本地食材的知名度、增加本地食材曝光机会、继承发扬当地饮食文化三个方向扎实推进“地产地销”。例如,当地有的餐厅会从地域性和季节性着手,少量多样地开发特色食物品种,将其与常规食物种类相结合,通过新颖的组合方式和具有创造性的独特料理,大大提升了产品附加值,广受首都圈内具有一定收入能力的消费者欢迎^[20]。

2.4 农业功能多样化实现,农业分工圈层化凸显

发达的都市现代农业是东京都市圈农业的重要特点。市民农园、农业公园等都市农业新业态“插花式”

① 数据来源:农林水产省, <https://www.maff.go.jp/>。

② “植物工厂”指在封闭环境设施中利用计算机自动控制植物生长的各类环境因素,如温度、光照、湿度等,以突破自然条件限制,实现植物的高效、节能、稳定生产。

③ 数据来源:农林水产省, https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/nougyou_sansyutu/。

④ 数据来源:农林水产省, <https://www.maff.go.jp/>。

⑤ “地产地销”最早由日本提出,随着消费者对高品质农产品的追求提高,该模式已经在世界上产生了广泛影响。应明确的是,“地产地销”并不等同于“食物自给自足”,即农业被完全局限于本地生产和模式之中。其深层意义是让不同区域能够因地制宜,根据自身条件分别制定当地的食品计划,把握好如何组织食品生产,如何合理分配本地和他地食品的生产消费。因此在“地产地销”推进中要避免认知局限所导致的操作性问题。

分布,在满足当地市民对新鲜健康农副食品的需求之余,拓宽农业功能领域,发挥休闲创新农业形式在休闲、保健、环保、教育和防灾等方面的多功能优势。此外,东京都市圈农业经营亮点纷呈,凭借大消费地区的优势,扶持起加工、直销和旅游等多位一体的复合经营体系。

东京都市圈不同区域间的农业产出、粮食自给率、农作物种类存在巨大差别。按照由中心向外围的路径横向比较,可以发现农业产出逐渐提升,粮食自给率逐步提升的趋势有所显现,且农产品种类也存在谷物、畜牧业发达,花卉、水果比重降低的情况。因此可以认为,随着农业生产地位的持续下降,东京都市圈表现出了农业生产功能逐渐由圈中心向外围区域迁移的趋势。本文按照农业产值、农业劳动力数量、耕地面积、粮食自给率和农作物种类的差异化现实情形,将东京都市圈划分为内圈、中圈和外圈三块区域。其中,内圈仅指东京都,中圈包含埼玉县、千叶县、神奈川县和山梨县,外圈包含茨城县、栃木县和群马县。

3 东京都市圈农业圈层化的形成及其功能定位

东京都市圈的圈层化发展有其必需的形成条件,即存在高首位度的中心和合理有序的等级分工体系。东京都作为东京都市圈的中心,更是日本的政治、经济、交通中心,具备强大的凝聚集中作用。各地区以东京都为中心,根据首都政策导向、自身空间位置和产业布局打造都市圈农业整体分工体系,并通过交通、通信系统的构建加强圈内与圈外的经济联系,实现功能互补和服务配套,为促进都市圈农业乃至日本农业的稳步协调发展做出了重要贡献。

3.1 内圈:农业技术研发创新中心与多元化都市农业形态典范

东京都市圈的内圈在日本全国农业技术研发和创新方面起着核心作用。位于东京都的农林水产技术会议事務局统领日本全国的农业科技创新工作。东京都具有现代完善的农业教育体系。东京大学农业部的前身驹场农学校曾是日本最早的高等农业教育机构之一,且在日本全国总共 3 所农业专科学校中,东京都就拥有其中东京农工大学和东京农业大学两所。这不仅为东京及周边地区的农业技术发展提供了强有力的支持,也为日本其他地区的农业技术创新提供了重要的研发动力。

此外,日本农业科技推广的两大学术团体日本农业情报学会(JSAD)和日本农业普及学会(AERSJ)也位于东京都。两大学会通过联合起农民、农业组织、高校研究机构和政府部门四大主体,共同就当地的农业农村问题进行讨论研究,为日本农业的发展做出贡献。“研发+教育+推广”三位一体的农业技术创新模式使得东京都成为日本农业技术研发创新中心,为东京都市圈及其周边地区的农业提供了技术支持和创新动力。

1990 年,日本颁布《市民农园整备促进法》,对市民农园的建设进一步规范和要求。日本都市农业具有多种形态,如市民农园、银发族农园、农业公园、民宿农庄、观光农业和体验农业等^[21],而东京都的“农业空间”中市民农园和农业公园发展更为突出。由于几十年来东京都可耕作土地急剧减少,城市居民的土地情结和农作体验需求无处释放。据统计,2018 年东京人均公园面积为 5.71 米²,远低于世界卫生组织提出的最低值 9 米² 和理想值 50 米²,东京都其他区的形势更加不容乐观^[22]。结合土地保护与综合利用的需要,市民农园和农业公园得以蓬勃发展。

东京都市农业模式,一方面,通过蔬菜、水果和花卉的种植满足周边城市居民对鲜活农产品的消费需求,实现农产品稳定供应和社会平稳运行;另一方面,通过休闲观光农业等创新经营形式迎合市民回归农田的价值需要,是城市产业的关键组成部分,是城乡融合与产业融合的综合体现。因此,与其认为东京都市农业是农业发展的独特形态,不如将其看作为稳定都市运行、拓展城市功能的一项产业,是城乡融合发展的“主战场”。

3.2 中圈:农产品及涉农要素流通重要空间

东京都市圈的中圈介于内圈和外圈之间,不仅要承担满足都市市场需求的使命,还要为农产品生产加工

提供配套服务,是都市圈内外圈的有效衔接。受到内圈发展“溢出”的影响,中圈农业基础设施完善程度较高,又鉴于地理位置的影响,中圈位于城乡交融的过渡地带,都市农业后发优势显著。高水平的农产品流通体系能够保证将优质安全的农产品高效快捷、低成本地运送到需要的消费者手中^[23]。

面对圈内庞大的农产品消费需求,东京都周围打造了高效物流体系,为保障都市圈农产品供应数量与质量起到了支撑作用。1963年东京都市圈开始规划都市圈“三环路”,即打造连接起距各市中心约8千米的中央环状线(首都高速公路中央环状线)、连接距各市中心约15千米的外环(东京外环路)和以距都心40~60千米的环路连接首都圈的京央高速公路(首都圈中央高速公路),营造起城市与农山渔村交流共生的良好环境,覆盖整个都市圈,盘活东京都市圈交通网络,使物流系统更加高效^①。1999年《第五次首都圈建设规划》提出了“分散型网络结构”的空间模式^[24],通过发展广域的交通体系缓解都市圈中心压力,优化区域结构。2006年东京都发布《物流综合愿景》,以提升都市圈物流系统为目标,建设外环高速路带动增强周边中圈埼玉县、千叶县与神奈川县的物流承载力^[25]。根据2022年《关于首都圈整备的年度报告摘要》,东京都市圈正协同打造“高规格干线道路+高级道路交通系统+铁路”三维陆上运输体系整备,推动ETC(电子不停车收费系统)、VICS(道路交通信息通信系统)等用于高效率的智慧物流管理,实现以东京都为中心向外围辐射覆盖的高效运输体系。例如,埼玉县作为日本少有的内陆县之一,在东京都市圈新干线、高速公路逐步建成后具备了区位优势,成为了东京都北部的重要交通枢纽,带动货物运输量迅速增长。

3.3 外圈:农产品生产保障基地

东京都市圈外圈三县是重要的农产品生产基地,不仅能为周边城市居民提供新鲜的蔬菜和果品,而且为日本全国的农产品供给提供了支撑保障。2021年外圈三县拥有东京都市圈过半数的耕地面积,创造了东京都市圈57.32%的农业产出,对东京都市圈农产品供应具有重要意义。因此,注重农业安全、转变农业生产方式、持续提高农业生产效率是外圈的重要任务。在日本全国横向比较来看,2021年外圈三县茨城县、栃木县和群马县的农业产出分别位列日本47个都道府县中的第3、第9和第12,农业生产地位较高。除了蔬菜以外,外圈地区的鸡蛋、牛奶、猪肉等畜禽产品同样在日本全国占据重要份额^②。

21世纪以来,东京都市圈对于农产品生产供应的思路发生了转变。粮食或其他农产品的生产不再仅仅关注经济效益和效率,而是演变为侧重于附加值。这种生产定位的转变,促进了当地农产品品牌化、高端化的打造,也让农民在生产健康、高质量产品上下足了功夫。例如,群马县富冈市的蔬菜与低成本、大规模生产的进口蔬菜形成了竞争关系,但当地农民通过农业合作社与东京各大超市和生活合作社合作,将清晨收获的蔬菜及时运出,以“早鸟蔬菜”的形式供应给消费者。这种产地直供的方式以新鲜、安全、放心为标签提升了蔬菜附加值,与进口蔬菜加以区分,通过重组农产品供应系统改变了市场竞争格局^[26]。此外,单一的农产品供给越来越难以满足市民的饮食生活需要,多层次多品种的生产方式是农产品生产结构的转型方向,也是东京都市圈现代化农业生产模式的表现形式。

3.4 东京都市圈农业分工的现实评价

综合来看,东京都市圈中心城市具备高学历人力资本和更为发达的现代金融体系,有利于农业科技研发与农业发展新模式创新;外围城市劳动力与土地要素供给丰富,在农业生产加工方面更具优势。东京都市圈农业已经形成了较为明显的“三圈”分工结构,且以往的东京都市圈发展规划对形成有序的区域结构产生了一定的积极作用,实现了较为合理的产业布局,如图2所示。但近年来该区域面临人口向中心迁移的趋势,尤其在外圈三县更为严重。这会导致日本经济整体的风险日益增加,地震、水灾等自然灾害对城市韧性提出

① 资料来源:国土交通省关东地方整备局, <https://www.ktr.mlit.go.jp/road/shihon/index00000002.html>。

② 数据来源:农林水产省, <https://www.maff.go.jp/>。

更高要求。日本政府也意识到这个尖锐问题，在 2016 年《大都市圈整備计划》中提出“有必要以东京都市圈为中心，增强日本的国际竞争力”“东京都市圈必须在增强国际竞争力的同时降低一极集中的风险”，构建“对流型”都市圈。这有助于都市圈农业分工模式迈入新阶段。

3.4.1 提升东京都市圈农业产业链供应链韧性是“三圈”结构分工互动的底层逻辑

产业链供应链韧性指为面对重大突发事件或外部冲击时，产业链供应链免于断裂并能较快恢复原状的能力^[27]。近年来，新冠疫情、俄乌冲突等“黑天鹅”“灰犀牛”事件频发，劳动力短缺问题凸显，对农业生产起到强势冲击。此外，日本是一个地震、海啸、火山等自然灾害多发的国家，对当地极端状况下农产品稳定供应能力提出了更高要求。东京都市圈着重应对国际形势变化导致农业生产资料成本高涨的突出问题，并构建起较为完善的防灾抗灾管控体制，降低外部冲击对农业产业链供应链的负面影响，强化农产品持续平稳供应能力。

一是在化肥价格方面，针对减少对海外原料的依赖、推广使用堆肥等国内资源的农民，当地政府增加预算，为其提供了化肥成本涨幅 70% 的支持；联合当地的原料供应商、化肥制造商和农户三方，充分发掘本地肥料资源，逐步摆脱国际化肥价格约束。二是在饲料价格方面，政府设置补偿基金对异常的价格波动进行补偿，以应对饲料价格大幅上涨对牲畜养殖业的重大影响。三是在农业水利方面，建设应对大规模自然灾害的农业水利设施，对老旧设施进行有计划的维护更新，提升抗震减灾能力，确保农业用水稳定持续供应。截至 2023 年 3 月，东京都市圈内防灾重点农业水库共计 1 135 座^①，为后续应对暴雨、台风等侵袭起到重要作用。

当前，东京都的政策引领是周边城市农业分工的重要参照，但周边城市低附加值的农业生产却难以获得平等合理的农业收益，降低了周边地区农民的生产积极性，加剧了农业劳动力流失。早在 1986 年出台的《第四次首都圈基本计划》便将东京都市圈的建设结构进行调整，尝试改变以往东京都“一极集中”的膨胀局面，将部分功能相应分散到周边区域，在分化的各地区中又细分为核心城市与次核心城市，致力打造“多核多中心”的都市圈结构。2016 年《大都市圈整備计划》中提及的“对流型”都市圈就是旨在打破中心城市“一极集中”的发展模式，通过促进国内外、城市间、城乡间等多层面的双向互动和交流，实现区域间平衡发展和产业活力提升的都市圈发展策略。这一决策将推动都市圈农业分工迈入协同互动阶段，帮助中圈、外圈完成农业生产方式转型，提升农牧产品竞争力和话语权。

3.4.2 东京都市圈农业分工模式正处于由中心引领转向协同互动的过渡阶段

通过对东京都市圈农业分工模式的动态演变分析，可以发现随着分工紧密程度和主导因素的变化，都市圈“三圈”农业分工格局将历经三个阶段，如图 3 所示。第一阶段为自由分工阶段。在这一阶段各圈层间的分工关系较为松散，各城市以地区禀赋为导向进行基础的农业分工，邻近相似的地区的涉农产业相类似。此种状态下将难以发挥都市圈统筹协调和资源配置功能，难以对消费需求的结构性变化进行适时调整，造成产业落后和产能过剩的不良局面。第二阶段为中心引领阶段。在这一阶段中心城市扮演最主要角色，能对周边城市产生重要干预，推动资源向优势区域集中，围绕中心需求进行农业结构转型升级。此时的区域农业分工逻辑含有政策导向，以政策推动低价值农业向外围城市转移。尽管这一阶段都市圈农业分工更加紧密，但中

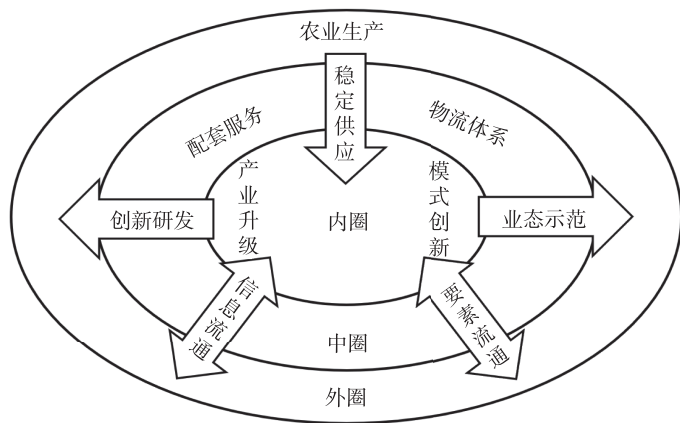


图 2 东京都市圈农业“三圈”结构分工

通过对比东京都市圈农业分工模式的动态演变分析，可以发现随着分工紧密程度和主导因素的变化，都市圈“三圈”农业分工格局将历经三个阶段，如图 3 所示。第一阶段为自由分工阶段。在这一阶段各圈层间的分工关系较为松散，各城市以地区禀赋为导向进行基础的农业分工，邻近相似的地区的涉农产业相类似。此种状态下将难以发挥都市圈统筹协调和资源配置功能，难以对消费需求的结构性变化进行适时调整，造成产业落后和产能过剩的不良局面。第二阶段为中心引领阶段。在这一阶段中心城市扮演最主要角色，能对周边城市产生重要干预，推动资源向优势区域集中，围绕中心需求进行农业结构转型升级。此时的区域农业分工逻辑含有政策导向，以政策推动低价值农业向外围城市转移。尽管这一阶段都市圈农业分工更加紧密，但中

① 资料来源：关东农政局，《关东地区的粮食、农业和农村状况（2023 年 10 月）》，https://www.maff.go.jp/kanto/kihon/kikaku/meguji/meguji_R5.html。

圈和外圈间的分工互动较少，且如果忽视区域内利益共享，中心城市强劲的“虹吸效应”将磨灭掉外围城市的发展潜力。第三阶段为协同互动阶段。在这一阶段中心城市仍然处于核心地位，但中圈和外圈城市的影响力明显提升。具体表现为周边城市农业发展不仅遵循都市圈整体规划，还能在新产业新业态中影响中心城市和其他城市的农业生产消费需求，真正打造功能互补、成本共担、利益共享的都市圈农业分工体系。这是一个较为理想和平衡的“三圈”分工互动模式，要求中心城市在完成“虹吸”过程后充分发挥“外溢效应”助推周边城市农业升级，提升周边城市的战略地位和话语权，给予其自由探索、守正创新特色农业模式的可能性，推动都市圈农业平等参与、协同发展。

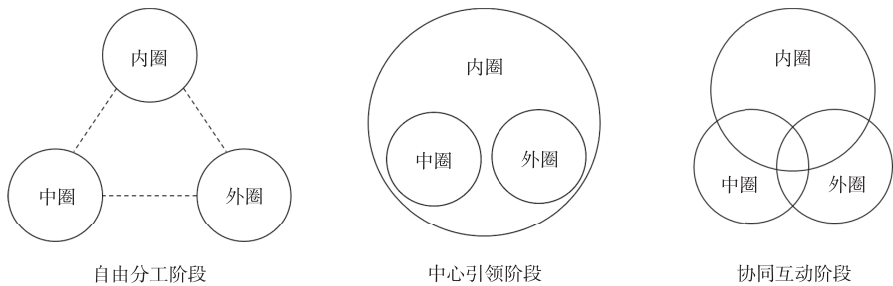


图3 都市圈农业分工的三个阶段

但从目前来看，东京都人口、市场、就业机会、基础设施等方面仍十分集聚，其强大的虹吸效应对周边城市农业发展仍有深远影响，其农业分工模式正处于由中心引领转向协同互动的过渡阶段。要想真正实现协同互动分工模式，则需要以市场联系、文化联系为基础建立都市圈广域农业空间联系，发展城乡互联、城城互促的农业产业新集群，发展牢固可靠、持久高效的都市圈农业“内圈+中圈+外圈”立体化区域分工体系，优势互补、相互赋能，才能更好构建区域农业发展共同体，实现都市圈内城市群的协调发展。

4 东京都市圈农业的发展战略选择

4.1 政策引导都市与农业紧密结合，充分发挥都市圈辐射带动作用

东京都市圈制定的都市圈规划和政策文件，站在支撑都市稳定发展、提供市民美好生活的出发点，开展都市圈农业规划，以引导生产布局调整和产业功能演进。2015 年日本制定了《都市农业振兴基本法》，次年《都市农业振兴基本计划》在日本政府内阁会议通过，总体目的是谋求都市农业的稳定延续，同时通过充分地发挥都市农业多种功能，形成良好的都市环境。

第一，面对农地紧张的严峻问题，日本及各地方政府十分重视农地的规划保护。在国家层面，日本先后 8 次制定全国国土空间规划（简称全综）^①。起初的东京都市圈的农地规划以解决人口住房压力为方向，从第 3 次国土空间规划开始，政府意识到农地的重要性，开始农地保护并同步提升住宅土地利用效率，合理规划农业用地和城市用地。《都市农业振兴基本法》也明确规定，要将农业作为城市的重要一环统一规划、有机衔接。在都市圈层面也有 7 次首都圈规划^②，与国土空间规划相呼应，经历了从农地转变为住宅用地再到保护农地高效利用的变化，截至 2016 年东京都市圈的农地规划已进入更加严格的保护阶段。《首都圈近郊绿地保护法》的出台规划了近郊绿地保护区，良好的将城市规划与绿化环保加以结合。综合来看，东京都市圈农地规划当前遵循两大原则：一是严格保护和控制土地用途，积极推进土地流转；二是提高土地利用效率，引导

① 日本分别于 1962 年、1969 年、1977 年、1987 年、1998 年、2008 年、2015 年和 2023 年制定了 8 次全国国土空间规划。资料来源：国土交通省，国土规划政策，https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_tk3_000026.html。

② 日本分别于 1958 年、1968 年、1976 年、1986 年、1999 年、2009 年和 2016 年进行了 7 次首都圈规划。资料来源：东京都都市整备局，东京都市发展史，https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/keikaku_chousa_singikai/ayumi.html。

集约化生产形成规模效应。

第二,东京都市圈进一步健全农业经营保障机制,更好支持都市农业稳步发展。通过安排农业科技创新、人才引进、技术推广等专项资金,实施补贴重点扶持新型农业经营主体,设立农业创新示范基地和专项奖励资金财税制度政策,激励农业科技创新、扶持重点产业振兴;完善社会保障制度,形成国民年金、农民年金^①、国民养老基金、共济年金等多层次养老保障体系,解决农村老人养老的后顾之忧;将工商业出资股份限制在49%以下,优化市场环境,支持农民产业链拓展,形成多元利益联结机制。

要想以东京都为中心构建现代化都市圈农业体系,就必须突出首都经济规模大、市场需求广、产业结构全、国际影响远、信息交流快的五方面比较优势,发挥好东京都的辐射带动作用,承担区域间引领责任。都市圈建设有助于农业相关要素在城市群间高效流动,在非核心功能向外转移的过程中开拓周边城市产业布局,带动农业基础设施与社会保障体系提质升级,推动农业金融、农业科技向外转移覆盖,平衡城市间经济差距,做大做强都市圈农业产业集群。

4.2 走出首都特色农业道路,推动观光养老生态教育等多产业多功能有机结合

由于东京都市圈的特殊定位和农情,一方面,农业产出与其他产业相比差距悬殊;另一方面,首都农业将创造更多的社会价值、生态价值,促进社会系统的稳定平衡。要想统筹实现以上方面,东京都市圈必须着力发展都市农业、高附加值农业、观光农业、科技农业、生态农业等现代农业模式,紧密围绕核心优势走出首都特色农业道路。

当前,东京都市圈正引导东京都极度集中的旅游观光产业分散到首都圈、都市圈的广域区域,结合日益发达的高速交通网络和重大国际活动,如东京奥运会、残奥会的契机,推进都市圈广域旅游战略。为了向日本全国乃至世界展示东京都市圈旅游潜力,东京都市圈深挖地区资源特色,提出“能看+能吃+能买”的综合吸引策略,从风光、餐饮和购物三方面持续发力,打造完善的地域旅游体制。位于群馬县东北部的川场村是“农业+观光业”的融合典范。20世纪80年代东京都市圈交通网络的优化,为后续的城乡交流共建提供了便利条件。同时,川场村将整村有序划分为生态区、生产居住区和观光旅游区,既为观光业打造了专业旅游设施,又平衡了村民生产生活与游客体验游玩的两方面需求,是对环境、村民、游客的统筹管理。该村深度打造“温泉住宿+正餐轻食+观光体验+历史遗迹+特产销售”五位一体的乡村旅游复合模式,举办春驹祭、川场祭、花火大会、采摘会等丰富的文化活动和物产展示销售会,大打声誉广开销路,真正实现产游融合、城乡共赢。

日本2016年《大都市圈整備计划》预测,2025年以后东京都市圈的老龄人口将加速增长,护理设施明显不足等老龄化问题将越发严峻。为了提升居民健康水平,减少重度失能人群,增加养老设施资源的收容力,缓解养老护理供需矛盾,东京都市圈提出应将城乡互动理念融入养老产业,可分为四个方面。一是扩大老年人社区活动场所,并将与养老医疗新产业培育作为战略举措,促进健康体系建设;二是通过乡村改造和小区再生等方式增设护理设施;三是推广城乡两地生活方式,加深新旧家园联系;四是促进老年人自有住房的租赁,并在更大范围内共享护理设施,营造更受老年人欢迎的居住环境。例如,在东京都练马区、神奈川县等地均有为65岁以上老人建立的银发族农园,开辟了老年人生活新场景,是应对东京都市圈老龄化社会问题的重要抓手。

东京都市圈在振兴农业方面还强调了农业在首都区域生态保护和教育示范方面的重要意义。当前的农业生产过程就在落实发挥农业的环境保护作用,如在日本东京的六本木新城突破了土地面积的桎梏,在高层建筑上开发了屋顶菜园,增添城市绿化,还有助于缓解城市热岛效应,是都市农业的新模式,是城市与农业融

^① 日本农民年金是一种存储型的年金计划,宗旨是让农民在退休后拥有更好的生活,规定农民65岁以后即可领取终生年金,金额取决于自身存款和投资利润。农民年金分为农民老年年金和特别附加年金两种形式,领取前者仍可以继续务农,但要领取后者则必须离农。

合的良好标杆。甚至不仅仅是建筑物屋顶，东京地铁、文具专卖店等场所同样也已开设植物工厂，种植环境稳定且卫生，产成品热销东京当地餐厅。同时，在一些教育农园、高科技农园中居民可以习得农业知识，掌握农业劳动技能，树立重视农业安全的意识，减少食物浪费行为。日本《教育基本法》中对青少年劳动教育提出了要求，其中自然劳动教育是其重要组成部分。例如，东京都练马区立小学组织的栽培活动是其教育特色，为各个年级学生安排不同劳作课程，使学生在体验劳动乐趣的同时有益身心发展。

4.3 完善农业科技创新体系，以科技进步支撑农产品生产向好发展

日本《农林渔业科研创新战略 2023》预测，2025 年全球智慧农业市场将达到 220 亿美元，日本国内市场也将增至 14 亿美元。为了将农业变革为更高层次、更有竞争力的产业，日本政府正联合农林水产省等部门将农业科研创新战略反映到政府战略中，开拓农业技术，落实转化到农林水产业多个领域，整体上强力推进农业研究。

东京都市圈农业功能相比其他产业趋于下降，在农业发展受限的情况下，势必要走“高效率+高质量”的发展道路。由农业团体、政府机关和科研院所组成的农业科技支持体系承担农技试验研究、向农民普及推广工作。东京都市圈农业具有独特区位优势，坐拥圈内先进农业科学技术，有利于发展现代都市智慧农业。根据《东京农业振兴计划》，为了提高生产率、节省劳动力，东京都正在研发东京式智慧农业，利用先进技术推动基于数据的生产管理，提高农业作业效率。

东京农业展会的举办为先进农业科技的交流推广提供多边互联平台。日本东京国际农业博览会(JAGRI)是亚洲领先的农业畜牧业综合展览会，每年 10 月在东京举办，由农业科技、农业供应、农业加工、畜牧业、绿色农业 5 个部分构成。2023 年该展会吸引了来自 60 个国家或地区的 914 个参展商和 35 808 名参观者^①，为日本农业科技水平提升、产业发展、市场开拓、品牌影响力等多个方面提供更多发展机遇。

4.4 维护改善农业劳动力基本权益，深入挖掘农业高素质人才资源

农业劳动力是农业的主体，也是农业生产活动的直接执行者。东京都市圈十分重视对农业劳动力的支持和培养，积蓄农业骨干力量。

第一，充分支持认定农业者、父母就农者、新农民和女性务农者四类人群的就农政策，应对农业劳动力匮乏的困境。

第二，东京都市圈激励企业参与农业经营，发挥新型农业经营主体的就业带动作用。东京都政府提供农田、农业机械和栽培设施等，为进入东京农业的企业提供支持，同时也为潜在农民提供就业和学习机会。

第三，东京都市圈加强农技推广指导员、农民志愿者和“半农半 X”^② 人员等农业支持者的引进，提升农业劳动力职业技能素养。东京都通过农技推广指导员协助农民改进耕作技术和管理技能，利用数字技术进行农作指导、病虫害诊断和信息共享；为农业志愿者给予发展支持，并考虑支付相应服务费用，以期使其在果树栽培技术方面发挥积极作用；结合都市农业特点，东京都创造了良好环境，让既有独立工作又从事农业的“半农半 X”都市生活方式蓬勃发展。

5 启示

党的二十大报告强调“以城市群、都市圈为依托构建大中小城市协调发展格局”。这表明以都市圈为规划的区域协调发展是中国区域地方与全国全球双层面统筹推进的重要引擎。京津冀、长三角、粤港澳均为中国都市圈规划的实践典型。“他山之石，可以攻玉。”针对东京都市圈农业发展机制的剖析，可以对中国都市

① 资料来源：JAGRI, Exhibiting Information, <https://www.jagri-global.jp/hub/en-gb/exhibit.html#01>。

② “半农半 X”的概念由日本作家盐见直纪在其《半农半 X 的生活》一书中首次提出，指一边务农、一边从事自己热爱并且擅长的工作。“半农半 X”与农户兼业的内涵有所区分，前者强调一种平衡务农与个人兴趣的生活方式，而后者强调收入来源的多重构成。

圈农业发展方向提供经验借鉴,为区域农业升级助力农业强国建设提供方向参考。

5.1 突出区域比较优势,完善都市圈农业规划体系构建

中国幅员辽阔,资源禀赋与市情农情存在较大差异。因此要想发展都市圈农业,就必须立足资源要素与产业的比较优势,明确中心城市与周边地区的不同农业发展职能,建立“内圈+中圈+外圈”的立体化农业分工体系,实现都市圈内城市群的协调发展。

通常而言,中心城市具备高学历人力资本和更为发达的现代金融体系,有利于农业科技研发与农业发展新模式创新;外围城市劳动力与土地要素供给丰富,在农业生产加工方面更具优势。加强地区间职能规划,优势互补、相互赋能,才能更好构建“区域农业发展共同体”。

5.2 发挥政策引导作用,促进都市圈农业提质扩面增效

东京都市圈制定的都市圈规划和政策文件,站在支撑都市稳定发展、提供市民美好生活的出发点,开展都市圈农业规划,以引导生产布局调整和产业功能演进。中国随着城镇化的不断进行,劳动力和农地保障面临巨大压力,加强政府干预力度是必要之义。一是要将都市圈式农业规划理念融入城市规划的政策规定,形成完善的政策支撑;二是完善农业劳动力、土地的维稳保护机制,缓解农村人地矛盾;三是要通过财政措施对重点扶持产业及经营主体提供支持引领;四是促进都市圈农业与休闲、教育、环境领域相结合,实现农业产业链、产业体系的延伸拓展。

5.3 重视辐射带动功能,推动广域城乡融合联结发展

都市圈建设有助于农业相关要素在城市群间高效流动,充分发挥中心城市带动作用,在非核心功能向外转移的过程中开拓周边城市产业布局,带动农业基础设施与社会保障体系提质升级,平衡城市间经济差距,做大做强都市圈农业产业集群。

都市圈农业是探索农业三产融合、城乡融合机制的关键“试验田”。都市圈农业的空间区位优势天然决定了其在城市与乡村间的产业互补互促、要素互联互通中具有巨大优势。在城乡共建共享的原则下,推动发展都市农业与都市圈农业,更有助于中国把握城市发展与农业现代化耦合提升的实践规律,构建更具借鉴意义和普适价值的城乡融合发展长效机制。

参考文献

- [1] 白云.乡村农业到都市农业战略提升研究:基于中国都市圈农业建设和发展[J].贵州社会科学,2014(2):26-31.
- [2] 刘合林,唐永伟,慈慧,等.都市圈农业生态空间协同规划的理论逻辑与实践[J].规划师,2023,39(12):101-107.
- [3] AYONI V, RAMLI N N, SHAMSUDIN M N, et al. Urban agriculture and policy: mitigating urban negative externalities[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2022, 75: 127710.
- [4] 蔡海龙.都市现代农业的源起、现状与发展方向[J].人民论坛,2024(4):65-69.
- [5] 杨其长.以都市农业为载体,推动城乡融合发展[J].中国科学院院刊,2022,37(2):246-255.
- [6] 陈辉.都市农业发展的时代意蕴、主要模式及优化对策[J].农业经济,2024(9):7-10.
- [7] 罗珂,郭雨露,何可,等.城乡高质量融合发展阶段都市农业的模式研究:基于广州的实践[J].热带地理,2023,43(7):1302-1314.
- [8] 杜兴端,常洁.典型都市圈现代农业发展特征及其对成都都市圈的启示[J].农业经济,2022(9):9-11.
- [9] SPATARU A, FAGGIAN R, DOCKING A. Principles of multifunctional agriculture for supporting agriculture in metropolitan peri-urban areas: the case of Greater Melbourne, Australia[J]. Journal of Rural Studies, 2020, 74: 34-44.
- [10] 姜长云.农业强国[M].北京:东方出版社,2022.
- [11] 金冉,王小林.区域协作促进共同富裕的治理框架、运行机制与行动模式:福建省山海协作案例研究[J].公共管理学

报, 2023, 20 (4): 93-106.

[12] KRUGMAN P. Increasing returns and economic geography [J]. Journal of Political Economy, 1991, 99 (3): 483-499.

[13] 赵金丽, 张落成. 基于“核心-边缘”理论的泛长三角制造业产业转移 [J]. 中国科学院大学学报, 2015, 32 (3): 317-324.

[14] 费文博, 于立宏, 叶晓佳. 城市群区域价值链分工的“雁阵模式”: 基于长三角集成电路产业的研究 [J]. 软科学, 2021, 35 (5): 13-19.

[15] 马燕坤, 张雪领. 从国际产业分工到城市群城市功能分工的文献述评 [J]. 区域经济评论, 2018 (6): 92-98.

[16] 曾春水, 林明水, 湛东升, 等. 城市职能特征及其形成机理研究进展与展望 [J]. 地理科学进展, 2021, 40 (11): 1956-1969.

[17] 蒋永穆, 陈维操. 基于产业融合视角的现代农业产业体系机制构建研究 [J]. 学习与探索, 2019 (8): 124-131.

[18] 曹慧, 郭永田, 刘景景, 等. 现代农业产业体系建设路径研究 [J]. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2017 (2): 31-36.

[19] 曹斌. 日本农业 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2021.

[20] 船津崇, 菊地昌弥, 合掌智宏, 等. 地方の農産物直売所における販路の広域化と継続要件—卸売機能を活用した首都圏業務用向け出荷のケーススタディー [J]. フードシステム研究, 2024, 31 (1): 37-42.

[21] 苟露峰, 崔磊. 日本都市农业的发展概况 [J]. 世界农业, 2012 (3): 67-68.

[22] ZHENG H, AKITA N, ARAKI S, et al. Provision of allotment gardens and its influencing factors: a case study of Tokyo, Japan [J]. Land, 2022, 11 (3): 333.

[23] 刘天军, 胡华平, 朱玉春, 等. 我国农产品现代流通体系机制创新研究 [J]. 农业经济问题, 2013, 34 (8): 20-25.

[24] 张晓兰, 朱秋. 东京都市圈演化与发展机制研究 [J]. 现代日本经济, 2013 (2): 66-72.

[25] 欧阳慧, 李沛霖. 东京都市圈生活功能建设经验及对中国的启示 [J]. 区域经济评论, 2020 (3): 99-105.

[26] KIKUCHI T, IIZUKA R. Examination of solutions to food problems in tokyo [J]. Journal of Geography-Chigaku Zasshi, 2014, 123 (4): 575-586.

[27] 姜长云. 着力提升产业链供应链韧性和安全水平 [J]. 技术经济, 2023, 42 (1): 34-43.

Functional Differentiation, Development Choices of Agriculture in the Tokyo Metropolitan Area
and Their Implications for China

YANG Yi

Abstract: The leading role of capital agriculture in contributing to the construction of an agricultural power-house cannot be overlooked. Over several decades, agriculture in the Tokyo metropolitan area of Japan has gradually forged a distinctive path, characteristic of a capital’s agricultural development. Research reveals that agricultural production in the Tokyo metropolitan area has evolved into a circle stratification layout of “inner circle + middle circle + outer circle”. Specifically, the inner circle of the Tokyo metropolitan area has assumed the important functions of agricultural technology research and development innovation center, as well as a model for diversified agricultural forms; the middle circle functions as a crucial space for the circulation of agricultural products and related factors; the outer circle acts as a base for securing agricultural product production; its model of agricultural division of labor is in a transition from center-led to synergistic interaction. The strategic development choices for agriculture in the Tokyo metropolitan area can be summarized into four points: first, policy guidance to integrate urban and agricultural development, fully leveraging the metropolitan area’s radiating and driving role; second, to pave a path for capital-specific agricultural development, and to promote the organic combination of multiple industries and functions such as tourism and pension; third to improve the agricultural technology innovation system, and to support the positive development of agricultural production through technological advancements; fourth, to maintain and enhance the basic rights of the agricultural labor force, and to deeply tap into high-quality agricultural talent resources.

Keywords: Tokyo Metropolitan Area; Circle Stratification; Metropolitan Agriculture; Capital Agriculture

(责任编辑 李 辉 卫晋津)

气候变化、气候适应性措施 与农业全要素生产率

——基于投入要素视角

◆ 李文启 牛健敏

(河南工业大学经济贸易学院 郑州 450000)

摘要: 为探索气候变化及气候适应性措施对农业生产效率的影响,本文基于 2004—2022 年地级市气象与农业生产数据,从资本、劳动力和环境要素角度,采用双向固定效应模型实证分析了气候变化、气候适应性措施对农业全要素生产率的影响。研究发现:气温偏差增大与降水偏差增加显著降低了农业全要素生产率。从农业全要素生产率的分解看,技术效率改进与规模效率的损失较大。机制分析表明,气温偏差增大导致干旱程度增加、劳动力效率损失,但并未导致农业资本损失;降水偏差增加导致洪涝灾害、农业资本损失,但并未导致劳动力效率损失。调节效应分析发现,高标准农田建设、农业社会化服务以及农业保险均减弱了气温偏差增大对农业全要素生产率的不利影响,其中农业保险的影响存在跨期效应;农业保险减弱了降水偏差增加对农业全要素生产率的不利影响。

关键词: 气候变化; 气候适应性措施; 农业全要素生产率

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2025.05.003

1 引言

强国必先强农,农强方能国强。农业高质量发展是确保“饭碗牢牢端在自己手中”的重要保障。现阶段中国农业发展已满足国内基本需求,农业生产正在由增产向提质转变。习近平总书记指出:“提高农业创新力、竞争力、全要素生产率,提高农业质量、效益、整体素质。”可见,提升农业全要素生产率是实现农业高质量发展的关键所在。

如何解决“靠天吃饭”一直是农业生产领域的重要议题,然而现实背景是,全球二氧化碳排放过量,温室效应不断积累,导致地球生活环境温度上升,进而引发一系列因气候变化产生的风险进一步加剧。近年来,河南“7·20”特大暴雨、2022 年洞庭湖特大干旱等北涝南旱异常现象的出现,无不反映了气候风险的

收稿日期: 2024-09-05。

基金项目: 河南省高等学校哲学社会科学创新团队建设计划资助(2025-CXTD-08),河南省高等学校哲学社会科学创新人才支持计划资助(2024-CXRC-10),河南省高等教育教学改革研究与实践项目(研究生教育类)(2023SJGLX039Y)。

作者简介: 李文启(1983—),男,河南泌阳人,博士,教授,研究方向为宏观经济管理与可持续发展、农村金融、公司金融。

通信作者: 牛健敏(1998—),男,河南焦作人,硕士研究生,研究方向为气候风险与农业经济, E-mail: 759182197@qq.com。

严峻程度。中国气象局发布的《中国气候公报（2023 年）》显示，2023 年全国平均气温为 1951 年以来历史最高，气候风险指数呈升高趋势。未来，农业生产所依赖的天气因素变得更加不稳定。在全球变暖的大环境下，2022 年发布的《国家适应气候变化战略 2035》明确提出，面对气候风险应采取减缓和适应两大策略双管齐下的措施，以提高气候风险防范和抵御能力。因此，深入研究气候变化对农业生产的影响差异及其机制，探索气候适应性策略的有效性，具有重要的理论意义和现实意义。

现有文献大多集中于探讨气候变化对农业生产带来的不利影响或其他相关后果。一方面，受气候变化的直接影响，现有研究基于气候变化所产生的物理风险，分别从微观与宏观角度分析了气候变化风险对农户^[1]、农业企业^[2]、地区农业经济产出^[3-4]、产业种类^[5]等的影响。这些研究普遍认为，当前的气候变化趋势会对农业生产造成显著的不利影响。但刘东等从气候变化对农户农地流转行为影响的角度发现，气候变化风险促进了农地流转，从而有利于农业规模化经营^[6]。另一方面，受气候变化的间接影响，现有研究基于气候变化所产生的转型风险，从节水、减排等方面探索转型风险对农业绿色发展影响^[7]。这些研究认为气候变化的转型风险加剧了农业生产要素投入的压力，要求农业在应对环境变化的同时，进行更加绿色和可持续的转型^[8]。然而，现有关于气候变化影响农业全要素生产率的研究相对缺乏。特别是，若气候变化导致农业全要素生产率下降，那么现有气候适应性措施是否有效等问题尚未得到检验。总体而言，现有文献多关注气候变化对农业经济发展所带来的不利影响，但未进行系统的归纳。并且对于气候适应性措施而言，现有文献只将适应性措施作为因变量单独分析，未将气候风险、气候适应性措施与农业产出纳入统一框架进行系统的分析，可能导致对气候适应性措施效果的评估不够准确。

本文在现有文献的基础上，将气候变化、气候适应性措施与农业全要素生产率纳入一个统一的研究框架，从投入要素视角深入分析气候变化与气候适应性措施对农业全要素生产率的影响。本文的边际贡献体现在以下两个方面。第一，本文将农业生产效率的气候变化风险与适应性方案结合起来分析，构建了一个较为完整的研究框架。现有文献注意到气候变化的风险和应对气候变化的措施，但未将两者考虑在统一框架内，不免就会忽略掉气候变化与农业经济内在的影响。本文继而扩充了气候适应性经济后果的评价。第二，本文从投入要素角度，深入分析气候变化对农业生产中各要素的具体影响及气候适应性措施的实施效果，为提升农业应对气候变化提供了经验证据。

2 理论分析与研究假说

为考察气候变化、气候适应性措施对农业全要素生产率的影响，本文借鉴 Kumar 和 Maiti^[9]的模型设定，将气候适应性措施加入气候变化与农业全要素生产率模型中，讨论气候变化、气候适应性措施对农业全要素生产率的影响。

假设每个地区生产的产品一致，经济体中有两个部门：家庭和企业。家庭提供劳动力（ L ），获得工资和利息收入，用于购买商品和服务，并且储蓄作为积累的资本（ K ），所有家庭都有相同的偏好、工资率和人均资产，企业在生产产品的过程中，会产生大量的碳排放。

2.1 家庭部门

每个家庭都希望终身效用最大化，效用函数可以表示为：

$$U = \int_0^{\infty} u[c_t]e^{-\rho t} dt; u'(c) > 0, u''(c) < 0 \tag{1}$$

式中， ρ 为折现因子， c_t 为人均消费。为简化处理，假设瞬时效用函数形式如下：

$$u(c_t) = \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \tag{2}$$

式中, $\theta > 0$ 边际效用弹性为 $-\theta$ 。家庭将消费后的收入作为资产积累, 资本的折旧率为 δ , 租金为 r , 劳动力的工资为 w 。假设资本为 K , 消费为 C , 劳动为 L 且是固定的, 则人均资本流动 $\dot{k}$ 可以表示为:

$$\dot{k} = (r - \delta) \cdot k + w - c \quad (3)$$

式中, $k = K/L$, $c = C/L$, 家庭将在此约束下最大化终身效用。

2.2 企业部门

假设一个经济体中存在相同的地区, 每个地区都有一个企业, 在第 i 期只生产 Y_{it} 的中间产出, 经济体产品的循环是无成本的, 假设各地区生产的中间产品可以用 σ 来替代, 则经济体最终的产出可以表示为:

$$X_t = \left[\sum_{i=1}^N Y_{it}^{(\sigma-1)/\sigma} \right]^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (4)$$

式中, Y_{it} 为投入品种的数量, $i=1, 2, \dots, N$ 。假设 $\sigma > 1$, 投入在相同的地区都有同等的定价, 那么其数量也相等, 即 $Y_{it} = Y_t$ 。如此, X_t 可以表示为: $X_t = N^{\sigma/(\sigma-1)}$, 并有 $N^{\sigma/(\sigma-1)} > 1$, 表示中间品种数量增加对最终产品生产或经济体生产的生产率提高。

2.3 排放与温度

生产过程中, 会伴随着碳排放, 气温 T_t 可能会随着经济体的排放水平 E_t 而上升, 而经济体排放水平 E_t 主要受经济体生产的影响。因此, 假设排放水平为 $E_t = X_t \varphi$, 且 $\varphi > 0$ 。 φ 为经济体生产的排放弹性。排放水平随着经济体生产的增加而增加, 由于排放水平在某个较高水平后无法快速增长, 因此 $0 < \varphi < 1$ 。经济体温度随着排放水平的升高而升高, 可以用对数形式表示为: $T_t = \ln E_t$, 结合排放和温度函数, 则经济体的温度可以表示为:

$$T_t = \varphi \ln X_t \quad (5)$$

这表明气温随着经济体产量的上升而上升。假设经济体生产对地区气温产生影响, 那么由于全球排放增长而导致的气温上升将损害生态服务和资本和劳动生产率。考虑一个柯布-道格拉斯生产函数, 其生产效率构成为环境与要素的效率, 假设 A_K 和 A_L 分别代表资本和劳动效率, $A(T_{it})$ 表示环境质量水平。如果使用劳动力 L_{it} 和资本 K_{it} 在第 i 个地区的第 t 期中产出为 Y_{it} , 那么该地区的生产函数可以表示为:

$$Y_{it} = A(T_{it}) [A_K(T_{it}) K_{it}]^\alpha [A_L(T_{it}) L_{it}]^{1-\alpha} = B_{it} K_{it}^\alpha L_{it}^{1-\alpha} \quad (6)$$

式中, $B_{it} = A(T_{it}) A_K(T_{it})^\alpha A_L(T_{it})^{1-\alpha}$ 表示总生产力。假设规模报酬不变, 全要素生产率 (TFP) 取决于环境质量水平、资本和劳动的生产力, 同时这些要素的生产力进一步受到经济体温度的影响, α 和 $1-\alpha$ 分别为资本和劳动力的弹性。

假设全球变暖对环境质量水平的损失函数表示为 $A(T_t) = A(1 - \mu_A T_t)$, 其中 $\mu > 0$, 表示由温度对环境产生的损失率, 同时引入气候适应性措施 λ , 损失函数表示为 $A(T_t) = A[1 - (\mu_A - \lambda_A) T_t]$, $0 < \lambda \leq \mu$, 这里 λ 表示为降低温度对环境影响损失的适应性措施力度。也可以表示为 $A_e^{-(\mu_A - \lambda_A) T_t}$, 通过代入 T_t 可得:

$$A(T_t) = A e^{-(\mu_A - \lambda_A) \varphi \ln X_t} = A X_t^{-(\mu_A - \lambda_A) \varphi} = A (N^{\sigma/(\sigma-1)} Y_t)^{-(\mu_A - \lambda_A) \varphi} \quad (7)$$

同样地, 资本和劳动生产率的损失函数可以定义为 $A_K(T_t) = A_K[1 - (\mu_K - \lambda_K) T_t] = A_K [N^{\sigma/(\sigma-1)} Y_t]^{-(\mu_K - \lambda_K) \varphi}$, $A_L(T_t) = A_L[1 - (\mu_L - \lambda_L) T_t] = A_L [N^{\sigma/(\sigma-1)} Y_t]^{-(\mu_L - \lambda_L) \varphi}$, μ_K 、 μ_L 、 λ_K 、 λ_L 都大于 0, 简化后的 Y_{it} 可以表示为:

$$Y_{it} = B D Y_t^{-\Omega} K_{it}^\alpha L_{it}^{1-\alpha} \quad (8)$$

式中, $B = A A_K^\alpha A_L^{1-\alpha}$; $\Omega = [\mu_A - \lambda_A + \alpha(\mu_K - \lambda_K) + (1-\alpha)(\mu_L - \lambda_L)] \varphi$; $D = N^{-\Omega \sigma/(\sigma-1)}$ 。 B 表示没有损失的 TFP; Ω 表示由于温度上升和气候适应性措施实施后的损失速率, 如果 $\varphi = 0$ 或 $\mu_A = \mu_K = \mu_L = 0$, 则 $\Omega = 0$; D 表示因气候变化造成的总生产率的损失, 当 $\Omega = 0$ 时, $D = 1$ 。上式可以继续表示为:

$$Y_t = (BD)^{\frac{1}{1+\Omega}} K_t^{\frac{\alpha}{1+\Omega}} L_t^{\frac{1-\alpha}{1+\Omega}} \quad (9)$$

此时, 函数形式不再表现为规模报酬不变, 当 $0 < \varphi < 1$ 时, $\Omega > 0$, $1/(1+\Omega) < 1$, 规模报酬递减。如果 $L_t = L$, 则生产函数可以用人均的形式表示:

$$y = (BD)^{\frac{1}{1+\Omega}} k_t^{\frac{\alpha}{1+\Omega}} L^{\frac{1-\alpha}{1+\Omega}} \quad (10)$$

此时, 人均产出包含生产率的损失项 D 。

2.4 稳态和 TFP

如果将资本的边际生产率定义为租金率, 此时租金率 (r_t) 为:

$$r_t = \left(\frac{\alpha}{1+\Omega} \right) (BD)^{\frac{1}{1+\Omega}} k_t^{-1+\frac{\alpha}{1+\Omega}} L^{\frac{1-\alpha}{1+\Omega}} - \delta \quad (11)$$

由于 $\alpha/(1+\Omega)$ 小于 1, 因此 r_t 将会随着 k_t 的增大而减小, 使用哈密尔顿优化法后的经济增长率呈如下形式:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \left[\frac{\alpha}{1+\Omega} (BD)^{\frac{1}{1+\Omega}} k_t^{\frac{\alpha-1}{1+\Omega}} L^{\frac{1-\alpha}{1+\Omega}} - (\delta + \rho) \right] \quad (12)$$

中括号内的第一部分会随着资本的累计而下降, 最终收敛到 $\delta + \rho$, 此时, 稳态水平的 $k_t = k^*$, 因此, k^* 为:

$$k^* = \left[\left(\frac{(\delta + \rho)(1 + \Omega)}{\alpha} \right)^{1+\Omega} \frac{L^{\frac{\alpha}{1+\Omega}}}{BD} \right]^{-\frac{1}{1+\Omega-\alpha}} \quad (13)$$

将 k^* 代入式 (10), 得到稳态的人均产量后, 用 y_t/k_t 和 $y_t/k_t \alpha$ 分别定义为资本和全要素生产率的平均生产率水平, 如下式:

$$\frac{y_t}{k_t} = (BD)^{\frac{1}{1+\Omega}} L^{\frac{1-\alpha}{1+\Omega}} k_t^{\frac{\alpha-1}{1+\Omega}} \quad (14)$$

$$TFP_t = (BD)^{\frac{1}{1+\Omega}} L^{\frac{1-\alpha}{1+\Omega}} k_t^{\frac{\alpha}{1+\Omega}} \quad (15)$$

这表明, TFP 在过渡期内随着资本累计的增加而下降, 当 $\Omega = 0$ 时, $TFP_t |_{\Omega=0} = B$, TFP 随着 D 的增加而降低。通过取 TFP 的对数形式对 TFP 的 $\Omega > 0$ 与 $\Omega = 0$ 的偏差进行分解, 即 $\Delta \log TFP_t = \log TFP_t |_{\Omega > 0} - \log TFP_t |_{\Omega = 0}$ 。

$$\Delta \log TFP_t = -\frac{1}{1+\Omega} [\Omega \log B + \log D] - \frac{\Omega}{1+\Omega} \log L - \frac{\alpha \Omega}{1+\Omega} \log k_t \quad (16)$$

式 (16) 将 TFP 损失分解为三个来源, 等号右边的三个组成部分都是负的, 代表每个项目的损失。等号右边的第一项表示由于环境生态破坏而造成的生产率损失, 第二项和第三项分别表示由于劳动效率和资本效率的损失而造成的生产率损失。

当 $k_t = k^*$ 时, TFP 将固定于 TFP^* , 远小于 B ($\Omega > 0$)。此外, 当 μ_A 、 μ_K 、 μ_L 、 φ 为正时, 会产生 $\Omega > 0$, 从而导致 TFP 变小, 即温度上升导致环境、资本、劳动的生产率降低, 从而使得其生产弹性减弱, TFP 变小。因此气温上升破坏了这三种资源中的任何一种, 生产力就会降低。同样地, 气候适应性措施的实施使得 μ 增加对 Ω 变大的贡献减小, 即气候适应性措施降低了温度上升对环境、资本、劳动三者的损失, 从而可以有效降低气温上升变化带来的破坏。

在上述农业全要素生产率分解式的三项因素中, 第一, 气候变化所直接产生的如干旱、洪涝等地质灾害会使农业生产蒙受较大损失, 造成灾害区域不适宜农业生产或农业减产等^[10], 这种气候变化可以被归类为对生产环境的破坏。第二, 一方面, 气候变化对生产环境或农作物造成破坏, 需要重新投入资本进行修复, 如大风致使小麦倒伏损害了前期农业投入、土地干旱持续时间长需调用更多水资源投入等; 另一方面, 由于气候变化需要研发或选择具有恶劣气候抗性的农产品种, 而恶劣环境抗性强又得不到高产出。这种气候变化可

以被归类为对资本投入的损坏。第三,劳动力作为农业生产中对气候环境要求较高的部分,高温或低温环境下都会大大降低劳动效率。Dasgupta 等通过研究发现,温度升高 3℃,亚洲劳动力效率会减少 6~18 百分点^[11]。这种气候变化可以被归类为对劳动力的损失。因此本文提出以下假设。

H_1 : 气候变化会降低农业全要素生产率。

H_2 : 气候变化通过破坏农业生产环境、损害资本、降低劳动生产而降低农业全要素生产率。

农业气候适应性措施指在农业生产中,根据气候变化情况,在事前事后采取相应的办法,以降低气候变化对农业生产的影响,提高农业生产的可靠性和效率。农业生产中的气候适应性措施包括改善土壤质量、改良农作物气候适应性品种、改进灌溉条件、提升农业从业者应对能力等,通过类似方面活动的实施,减少气候灾害的影响,从而提高农业全要素生产率。根据上述的理论推理,第一,在改善环境生态服务能力的气候适应性措施中,在全国范围内建设的高标准农田是提升农业生产气候适应性能力的环境改善。高标准农田建设要求增强农田防灾抗灾减灾能力,土壤质量、灌溉能力和排水系统能够抵御重大灾害,确保旱涝保收^[12]。因此,高标准农田建设作为提升农业环境生态服务能力的适应性措施可以降低气候变化对农业全要素生产率的不利影响。第二,在有关资本投入的适应性措施中,农业保险对农业生产的气候损失起到重要补偿作用。一方面,农业保险降低了农业投资的风险水平;另一方面,当发生因气候变化而导致的农产损失时,农业保险的保障作用能够增加农业从业人员生产的积极性,降低农业生产中的沉没成本,提升农业技术进步和农业生产效率^[13]。第三,在有关劳动力生产力方面,由于中国农业经营的主要形式是以小农户为主的家庭经营方式,而小农户家庭经营的劳动力资源有限、资产结构不均衡、技术水平有限、资金来源有限等,这些因素都限制了他们对气候风险的响应能力。农业社会化服务在提升小农经济生产能力中扮演了重要角色。农业社会化服务通过规模化经营、高技术要素引进和产业链互通作为我国提升农业生产的重要路径^[14],在提升劳动力的气候韧性、提升劳动力的生产效率方面起到重要作用。农业社会化服务的专业技能在土地治理、品种选择、机械化作业等方面能够有效降低农民的劳动力投入。并且,相对于小农户在面对气候变化灾害时的“各自为战”,农业社会化服务的规模优势体现得更加明显。因此,农业社会化服务可以有效提升劳动力的气候适应能力。综上本文提出以下假设。

H_3 : 高标准农田、农业保险和农业社会化服务能降低气候变化对全要素生产率造成的损失。

3 研究设计

3.1 样本和数据来源

本文利用 2004—2022 年中国 279 个地级市的平衡面板数据研究气候变化对农业全要素生产率的影响。气候数据来自美国国家海洋和大气管理局(NOAA)下设的国家环境信息中心(NCEI)。地级市农业投入和产出与控制变量来自 EPS 数据库与《中国城市统计年鉴》,农业保险数据来源于《中国保险年鉴》,农业受灾数据来自《中国环境统计年鉴》,高标准农田面积来自地方政府网站,缺失数据采用插值法补齐。

3.2 变量设定

3.2.1 被解释变量

本文以 2003 年为基期,参考已有研究^[15-16],产出变量选择第一产业增加值,投入变量包括劳动投入(第一产业从业人员数)、土地(农作物播种面积)、资本(农业机械总动力和化肥使用量)。使用随机前沿分析(Stochastic Frontier Analysis, SFA)对各地级市的农业投入和产出数据进行测算,得出各地级市的农业全要素生产率。具体地,对于前沿生产函数的选择,参照 Greene^[17]使用的超越对数生产函数。

根据向玲凛^[18]的分解方法将 TFP 增长率分解为 TEC (技术效率改进)、 TC (技术进步)和 SC (规模

效率改进)。测算后的结果及模型选择检验均与甘天琦等^[16]一致。

3.2.2 解释变量

本文的解释变量为气候变化水平。现有研究通常将气候风险作为研究对象，并把气候风险分为物理风险与转型风险两类，而气候风险等都是由气温变化而产生，因此从更宽泛的角度来看，观察气温变化的波动程度才能从更宏观角度考察其影响规律。已有关于气候变化的衡量方式有两类。以气温而言，一类是以温度为考察对象，衡量气温相对于过去的变化；另一类是以温度持续的天数为考察对象，衡量不同温度区间所持续的天数，如温度箱^[19]等。本文认为，第一类方法克服了不同地理位置之间的差异，能更好地捕捉到气温的变化趋势。因此本文采用丁宇刚和孙祁祥^[4]的处理方法，以气温或降水相对过去水平的变化程度作为衡量气候变化的代理变量。具体地，计算气温偏差（SdTemp），先计算某地区历史参照期（1973—2002 年）的平均气温，然后计算样本中同一地区个体的年平均气温与参照期之差，再除以参照期气温的标准差，衡量的是样本个体气温相对于当地历史水平的偏差或异常。降水偏差（SdPrec）也如此处理。而对于第二类方法，本文则用以稳健性检验中。变量的描述性统计如表 1 所示，其中气温偏差（SdTemp）的均值为正，反映了全球变暖的趋势，与丁宇刚和孙祁祥^[4]测量的结果基本一致，而降水偏差（SdPrec）与其均值出入较大，原因是本文选择的基期与考察期范围更大。

3.2.3 控制变量

本文参考已有文献，将恩格尔系数、对外开放度、第二产业占比、财政自给率、教育发展水平、年末总人口作为控制变量。具体含义如表 1 所示。

表 1 变量含义与描述性统计

变量类型	变量名称	含义	样本量	均值	标准差
产出变量	第一产业增加值（lnoutcome）	取对数后第一产业增加值	5 301	5.245 9	0.913 9
投入变量	农作物播种面积（lnland）	取对数后农作物播种面积	5 301	5.903 7	0.967 7
	农业机械总动力（lncapital）	取对数后农业机械总动力	5 301	5.342 6	0.948 3
	化肥使用量（lnfertil）	取对数后化肥使用量	5 301	2.621 4	0.849 1
	第一产业从业人员（lnlab）	取对数后第一产业从业人员	5 301	3.825 8	1.337 2
被解释变量	农业全要素生产率（TFPC）	见 3.2.1	5 301	0.018 2	0.172 1
	技术效率改进（TEC）		5 301	0.006 5	0.161 7
	技术进步（TC）		5 301	−0.025 1	0.030 5
	规模效率改进（SC）		5 301	0.000 6	0.041 1
核心解释变量	气温偏差（SdTemp）	见 3.2.2	5 301	1.461 0	0.905 0
	降水偏差（SdPrec）		5 301	0.211 4	1.426 2
控制变量	恩格尔系数（Engel）	食物支出金额/总支出金额	5 301	0.347 7	0.083 3
	对外开放度（Open）	贸易总额/地区生产总值	5 301	0.200 6	0.311 3
	第二产业占比（Sind）	第二产业产值/地区生产总值	5 301	46.260 7	11.490 2
	财政自给率（Sfin）	财政收入 / 财政支出	5 301	0.460 8	0.224 4
	教育发展水平（Edu）	普通中学在校学生比例	5 301	0.055 7	0.015 7
	年末总人口（Peo）	年末总人口	5 301	442.184 0	313.804 7
机制变量	农业保险赔付倍数（Insurpay）	农业保险支出/农业保险收入	5301	0.674 1	0.372 1
	旱灾成灾面积（Drought）	旱灾成灾面积	525	252.440 2	386.388 0
	洪灾成灾面积（Flood）	洪灾成灾面积	573	128.276 6	197.687 7
	劳动生产率（Efficlab）	第一产业从业人员/第一产业增加值	5 301	0.777 8	0.141 0

(续)

变量类型	变量名称	含义	样本量	均值	标准差
调节变量	高标准农田占比 (<i>Highstand</i>)	高标准农田面积/农作物播种面积	341	0.353 2	0.213 9
	保险深度 (<i>Depthinsu</i>)	农业保险收入/农作物播种面积	5 301	0.285 7	0.702 4
	农业社会化服务 (<i>Sociaserv</i>)	农林牧渔服务业增加值/第一产业增加值	5 130	0.359 7	0.160 8

注：旱灾、洪灾成灾面积因数据限制为省际数据，并且插补与实际情况不符，因此存在缺失值；高标准农田面积为省际数据，且每地区公布情况不一，因此存在缺失值。

3.2.4 机制变量

在农业生产环境方面，本文将因气候变化而导致的干旱、洪涝灾害作为气候变化的生态环境损失，具体地将旱灾成灾面积 (*Drought*) 和洪灾成灾面积 (*Flood*) 作为生态环境损失的机制变量。在投入资本方面，本文将农业保险赔付倍数 (*Insurpay*) 作为衡量气候变化对资本效率损失的代理变量，这反映了农业投保资本因气候变化而产生的损失率。在劳动生产率方面，本文将第一产业从业人员数与第一产业增加值之比作为劳动生产率 (*Efficlab*)，用以观察气候变化对劳动力生产效率的影响。由于数据获取因素，农业受灾面积数据只有省际数据，因此，本文同样采用省际面板数据进行回归。

3.2.5 调节变量

本文根据前文分析，第一，将高标准农田占比 (*Highstand*)，即高标准农田建设面积与农作物播种面积之比，作为环境生态服务能力方面的气候适应性措施。第二，将保险深度 (*Depthinsu*)，即农业保险保费与农作物播种面积之比，作为资本投入的气候适应性措施。然而由于当期的农业保险对当期的农业生产并不能产生影响，这是因为保险赔付是在农业生产受灾后，而受灾后当期的 *TFP* 增长率是受到损失的。当期赔付后能够保障农户当期收入进而增加未来持续的农业资本投入，因此保险深度对 *TFP* 增长率的促进具有滞后效应。第三，将农林牧渔服务业增加值与第一产业增加值之比作为农业社会化服务 (*Sociaserv*) 的代理变量。

3.3 回归模型

本文采用双向固定效应模型来分析气候变化对农业全要素生产率的影响，模型设定如下：

$$TFPC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 C\lim_{it} + \gamma Control_{it} + \eta_i + \mu_t + \epsilon_{it} \tag{17}$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 C\lim_{it} + \chi Control_{it} + \eta_i + \mu_t + \epsilon_{it} \tag{18}$$

$$TFPC_{it} = \lambda_0 + \lambda_1 C\lim_{it} + \lambda_2 Z_{it} + \lambda_3 C\lim_{it} \times Z_{it} + \varphi Control_{it} + \eta_i + \mu_t + \epsilon_{it} \tag{19}$$

其中，式 (17) 为基准回归的模型，式 (18) 为机制检验的回归模型，式 (19) 为调节效应检验的回归模型。式中，*C lim* 表示气候变化变量，包含 *SdTemp* 与 *SdPrec*，下标 *i* 和 *t* 分别为地级市 *i* 与年份 *t*，*M* 为机制变量，*Z* 为包括 *Highstand*、*Depthinsu*、*Sociaserv* 在内的调节变量。

4 回归结果分析

4.1 基准回归结果

本文使用式 (17) 对气候变化与农业全要素生产率及分解项的影响进行估计，估计结果如表 2 所示。表 2 列 (1)、列 (2) 分别检验了气温偏差和降水偏差对农业全要素生产率的影响，估计结果均为负值，且分别在 5% 水平与 1% 水平上显著，说明气温偏差与降水偏差增大均显著导致农业全要素生产率的损失。而在将气温偏差与降水偏差考虑到一个回归方程中，气温偏差和降水偏差的回归系数依然显著为负，如列 (3) 所示，验证了 *H*₁。

列 (4) 至列 (6) 为气温偏差和降水偏差与农业全要素生产率分解项的回归结果，从表中可以看出，气

候变化对技术效率改进（TEC）的负面影响最大。

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	农业全要素生产率			农业全要素生产率分解		
	TFPC	TFPC	TFPC	TEC	TC	SC
<i>SdTemp</i>	−0.005 3** (0.002 6)		−0.009 6*** (0.002 8)	−0.006 4** (0.002 6)	−0.001 7** (0.000 8)	−0.003 0*** (0.001 0)
<i>SdPrec</i>		−0.004 7*** (0.001 3)	−0.006 2*** (0.001 3)	−0.004 8*** (0.001 3)	−0.000 8** (0.000 4)	−0.000 6 (0.000 5)
<i>Engel</i>	0.029 4 (0.031 8)	0.030 0 (0.031 7)	0.033 6 (0.031 7)	0.045 2 (0.030 3)	−0.006 4 (0.008 8)	−0.006 7 (0.012 0)
<i>Open</i>	−0.035 6*** (0.011 7)	−0.035 5*** (0.011 7)	−0.035 6*** (0.011 7)	−0.037 3*** (0.011 2)	−0.004 5 (0.003 3)	0.006 3 (0.004 4)
<i>Sind</i>	0.000 9*** (0.000 3)	0.000 8** (0.000 3)	0.000 8** (0.000 3)	0.000 9*** (0.000 3)	−0.000 1 (0.000 1)	−0.000 3** (0.000 1)
<i>Sfin</i>	−0.045 3** (0.022 3)	−0.040 5* (0.022 3)	−0.043 9** (0.022 3)	−0.060 5*** (0.021 3)	0.007 0 (0.006 2)	0.008 8 (0.008 4)
<i>Edu</i>	−0.451 8*** (0.167 4)	−0.454 2*** (0.167 1)	−0.424 5** (0.167 1)	−0.168 1 (0.159 8)	−0.227 8*** (0.046 5)	−0.062 4 (0.063 0)
<i>Peo</i>	0.000 3*** (0.000 0)	0.000 3*** (0.000 0)	0.000 3*** (0.000 0)	0.000 4*** (0.000 0)	−0.000 0 (0.000 0)	−0.000 0* (0.000 0)
<i>Constant</i>	−1.237 8*** (0.031 9)	−1.235 5*** (0.031 8)	−1.222 6*** (0.032 0)	−1.226 2*** (0.030 6)	−0.003 3 (0.008 9)	0.033 2*** (0.012 1)
城市固定	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
Observations	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301	5 301
<i>R</i> ²	0.601 0	0.601 8	0.602 7	0.611 6	0.073 8	0.065 8

注：括号内为标准误，***、**、* 分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著。表 3 至表 6 同。

4.2 内生性讨论

由于本文所考察的核心解释变量为气温与降雨，农业生产并不会对气温与降雨产生直接影响。所以，这两个变量对于农业全要素生产率而言并不存在互为因果的内生性问题。但中国北部地区全年气候特征较为寒冷，气候变暖有可能有利于农业全要素生产率的增长，而南部地区作为经济发达部分，技术进步已处于较高水平，这导致本文的数据可能会存在样本选择偏误问题。为此，本文使用倾向得分匹配法（PSM）对样本进行回归分析。具体地，参照丁宇刚和孙祁祥^[4]对气温偏差的处理方法，将每年气温偏差大于当年样本 80%分位数的地区定义为高偏差地区，个体赋值为 1，其余个体赋值为 0。此时，处理组为高偏差地区个体，对照组为赋值为 0 的个体。本文共筛选出 978 个处理组样本。由于筛选出的个体每年样本不一，因此采用截面数据 PSM1：3 匹配，匹配到 2 039 个相似个体，进行赋权重的固定效应检验，降水样本同样处理。

表 3 列示了 PSM 后固定效应的回归结果。从列（1）、列（2）结果看出，*SdTemp* 和 *SdPrec* 的估计系数分别为−0.008 3 和−0.011 6，且分别在 5%水平和 1%水平上显著，因此，基准回归结果依旧稳健。

4.3 稳健性检验

4.3.1 采用动态面板 FD-GMM 估计方法

在对生产效率的相关研究中，由于农业全要素生产率可能受到历史水平的影响，因此采用动态计量方法，能够得到更准确的估计系数。由于无法找到关于气候变化的外生工具变量，本文采用差分广义矩估计（FD-GMM）来进行回归检验，其中将核心解释变量的滞后一阶作为工具变量进行回归。

表 3 列（3）、列（4）列式了 FD-GMM 的估计结果。结果显示，*SdTemp* 和 *SdPrec* 的估计系数分别为

−0.010 3和−0.005 4，均在1%水平上显著。表明本文的估计结果在考虑了动态效应后依然显著为负。

表 3 内生性检验和 FD-GMM 估计方法

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	PSM 法		FD-GMM	
	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>
<i>L. TFP</i>			0.272 6*** (0.024 1)	0.273 1*** (0.024 1)
<i>SdTemp</i>	−0.008 3** (0.003 6)		−0.010 3*** (0.004 0)	
<i>SdPrec</i>		−0.011 6*** (0.0020)		−0.005 4*** (0.0020)
<i>Constant</i>	−1.128 9*** (0.062 0)	−1.086 1*** (0.058 6)		
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
城市固定	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定	已控制	已控制	已控制	已控制
Observations	3 017	3 180	4 743	4 743
<i>R</i> ² / <i>AR</i> (2) 检验的 <i>P</i> 值	0.118 8	0.129 2	0.236	0.523

4.3.2 更换被解释变量测算方法

除参数方法测算效率值外，现有研究同样使用 DEA 等非参数方法对效率值进行测算。由于传统 DEA 方法测得的 TFP 在进行回归时存在序列相关问题，Simar 和 Wilson^[20]提出的改进方法中，单侧截断 Bootstrap 回归能够有效解决这一问题。因此，本文采用 Bootstrap-DEA 模型重新测算农业全要素生产率，所用投入产出指标与 SFA 方法相同。测量结果显示 *SdTemp* 和 *SdPrec* 的估计系数分别为−0.034 4 和−0.026 6，且均在1%水平上显著，表明在更换测量方法后的估计结果依然支持原假设的成立。

4.3.3 不同的气候变化衡量方式

在衡量气候变化的第二类方法中，温度箱的方法被广泛应用，而温度箱法未将地区气候差异性考虑在内，潘敏等^[21]分位数法的衡量方式是温度箱法的一种改进。具体地，对于气温而言，提取气候基准期（1973—2002 年）每相同日期的逐日最高温度，取第 90%分位的值定义为极端高温阈值，根据考察期的逐日气温数据，超过该日期的极端高温阈值时就作为一次标记，将一年内标记的天数加总，衡量的是该地区极端高温天气的存续天数。对于降水而言，则计算每年发生降水日期的 95%分位的降水量，再进行 30 年平均，该值作为极端降水的阈值来计算观察期每年超过的天数总和。同时将极端天数进行加 1 取对数处理，以方便观察系数。

更换解释变量测量方式后的回归结果显示，极端高温天数与极端降水天数的回归系数显著为负，表明极端气候显著降低了农业全要素生产率的增长，本文的原假设成立。

4.3.4 SFA 一步估计

Schmidt 指出使用 SFA 两步估计可能会低估解释变量对技术无效率项的影响^[22]。因此，本文采用 SFA 一步估计来考察回归结果的稳健性。回归结果显示，*SdTemp* 的估计系数为−1.461 2，在1%水平上显著，*SdPrec* 的估计系数为−0.0941，在5%水平上显著。可见采用两步估计的基准回归结果确实存在一定的低估，但估计结果的方向与显著性程度不变，表明气温偏差与降水偏差确实会降低农业生产的技术效率。

4.4 机制检验

本文使用模型（18）检验假设 H_2 ，回归结果如表 4 所示。表 4 列（1）至列（6）反映了气温偏差与降雨偏差分别对农业全要素生产率的环境生态服务、资本、劳动力生产率影响的回归结果。列（1）结果显示，气温偏差对旱灾成灾面积的影响系数为 117.045 3，在 1%水平上显著，说明气温偏差升高显著增加了土地干旱的面积。列（2）结果显示，降水偏差对水灾成灾面积的影响系数为 62.737 5，在 1%水平上显著，表明，降水偏差增加显著增加了水灾面积。列（3）、列（4）结果显示，气温偏差对农业保险赔付倍数没有显著的正向作用，而降水偏差对农业保险赔付倍数具有显著的正向影响。说明气温偏差升高对农业资本的影响较小，而过多的降水则会对农业资本造成毁坏。列（5）、列（6）结果显示，气温偏差显著降低了从业人员的劳动力生产率，但降水偏差并未表现出显著的抑制作用，且系数为正值。劳动力对温度变化的反映较为敏感，温度上升限制了劳动力的生产活动，而降水偏差增加既能抑制气温上升又能使农户投入较少水资源而又获得较高收成，因此降水增多不会抑制劳动力生产率。 H_2 得到了验证。

表 4 机制检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	旱灾成灾面积	水灾成灾面积	农业保险赔付倍数		劳动生产率	
	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>
<i>SdTemp</i>	117.045 3*** (23.065 2)		0.031 5 (0.122 2)		−0.001 4* (0.000 8)	
<i>SdPrec</i>		62.737 5*** (7.643 9)		0.011 4*** (0.004 0)		−0.000 5 (0.000 4)
<i>Constant</i>	−93.225 7 (527.907 8)	−265.272 5 (305.089 0)	2.264 8 (1.487 3)	0.881 4*** (0.099 1)	0.780 0*** (0.009 4)	0.782 4*** (0.009 4)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
城市固定	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
Observations	525	573	5 301	5 301	5 301	5 301
R^2	0.513 3	0.478 4	0.081 9	0.217 3	0.951 3	0.951 3

注：旱灾、水灾数据为省级面板，且缺漏值不宜插补。此处关于省级面板数据的基准回归结果可向作者发邮件获取。

4.5 气候适应性措施的调节效应

本文使用模型（19）检验 H_3 ，表 5 列示了与环境生态服务、劳动力效率有关的两种气候适应性措施对气候变化的调节效应，即高标准农田占比与农业社会化服务在气候变化与农业全要素生产率中的调节效应。其中， Z 表示调节变量。列（1）显示的为高标准农田占比对气温偏差的调节效应结果， $Z \times Clim$ 的估计系数为 0.191 4，在 1%水平上显著，表明高标准农田占比增高能够减弱气温偏差增大对农业全要素生产率的损失。列（2）显示的为高标准农田占比对降水偏差的调节效应结果，回归结果为负且不显著，表明高标准农田占比并未观察到能够减弱降水偏差增大对农业全要素生产率的损失。列（3）显示的为农业社会化服务对气温偏差的调节效应结果， $Z \times Clim$ 的估计系数为 0.020 0，在 1%水平上显著，表明农业社会化服务增多能够有效降低气温偏差增大对农业全要素生产率的损失。列（4）显示的为农业社会化服务对降水偏差的调节效应结果，回归结果为负且不显著，表明农业社会化服务未能降低降水偏差增大对农业全要素生产率的损失。这一结果与机制分析中，降水偏差对劳动力生产率损失的结果相呼应。

表 5 高标准农田与农业社会化服务的调节效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	高标准农田对气温、降水的调节效应		农业社会化服务对气温、降水的调节效应	
	TFPC	TFPC	TFPC	TFPC
<i>SdTemp</i>	0.047 1* (0.026 2)		-0.011 1*** (0.003 2)	
<i>SdPrec</i>		-0.007 5 (0.017 0)		-0.003 6** (0.001 6)
<i>Z</i>	-0.424 2** (0.184 0)	0.002 5 (0.1475)	-0.023 3 (0.015 7)	0.002 3 (0.016 0)
<i>Z×Clim</i>	0.191 4*** (0.058 5)	-0.026 0 (0.035 6)	0.020 0*** (0.006 5)	-0.003 7 (0.002 7)
<i>Constant</i>	-1.293 2*** (0.452 6)	-1.047 9** (0.455 6)	-1.249 8*** (0.033 0)	-1.243 7*** (0.040 1)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
城市固定	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定	已控制	已控制	已控制	已控制
Observations	341	341	5 130	5 130
<i>R</i> ²	0.377 9	0.350 1	0.605 4	0.532 0

注：由于数据限制，列（1）、列（2）为省级数据，列（3）、列（4）由于个体的数据整体缺失无法插补。

表 6 列示的为与投入资本有关的农业气候适应性措施的调节效应分析。由于农业保险属于产后的补偿措施，同期的保险深度与农业全要素生产率并无影响作用。本文将保险深度和保险深度与气候变化的交乘项滞后处理，表中 L. 表示滞后一期，L2. 表示滞后两期。列（1）、列（2）显示了保险深度及其滞后项对气温偏差的调节效应，L. *Z×Clim* 的估计系数为正但不显著，L2. *Z×Clim* 的估计系数在 1%水平上显著为正，说明保险深度的减弱对气温偏差增大而导致的农业全要素生产率降低具有跨期滞后作用。列（3）、列（4）显示了保险深度及其滞后项对降水偏差的调节效应，L. *Z×Clim* 的估计系数在 5%水平上显著为正，而 L2. *Z×Clim* 的估计系数不显著，表明保险深度对减弱降水偏差增加而导致的农业全要素生产率降低不具有跨期效应。

表 6 保险深度的调节效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	TFPC	TFPC	TFPC	TFPC
<i>SdTemp</i>	-0.005 4** (0.002 7)	-0.004 5 (0.002 8)		
<i>SdPrec</i>			-0.005 9*** (0.001 4)	-0.004 3*** (0.001 4)
L. <i>Z</i>	-0.004 4 (0.005 2)		0.002 2 (0.003 1)	
L. <i>Z×Clim</i>	0.003 1 (0.002 3)		0.002 2** (0.000 9)	
L2. <i>Z</i>		-0.028 5*** (0.005 5)		-0.007 0** (0.003 3)
L2. <i>Z×Clim</i>		0.012 1*** (0.002 5)		-0.000 9 (0.000 9)
<i>Constant</i>	-1.239 2*** (0.034 0)	-1.254 0*** (0.036 1)	-1.240 2*** (0.033 8)	-1.251 0*** (0.036 0)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
城市固定	已控制	已控制	已控制	已控制

(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>	<i>TFPC</i>
年份固定	已控制	已控制	已控制	已控制
Observations	5 022	4 743	5 022	4 743
<i>R</i> ²	0.606 4	0.614 9	0.607 6	0.613 6

5 结论与启示

农业高质量发展是关系国家兴旺发达的根基，而农业生产高度依赖于气候环境的变化，要解决“靠天吃饭”问题就要深入研究气候变化的影响机制与适应性措施的效果。本文利用 2004—2022 年地级市的气候与农业生产数据，考察了气候变化、气候适应性措施与农业全要素生产率之间的作用关系及效果。研究发现，气温偏差增大或降水偏差增加显著抑制了农业全要素生产率的增长。机制分析表明，气温偏差增大通过加剧干旱程度和降低劳动力效率，进而对农业全要素生产率产生负面影响；降水偏差增加通过引发洪涝灾害和导致农业资本损失，进而降低了农业全要素生产率。调节效应分析表明，高标准农田建设、农业社会化服务以及农业保险深度都能减弱气温偏差增大对农业全要素生产率的不利影响。然而，在降低降水偏差对农业全要素生产率的适应性措施中只有农业保险深度表现出了一定的调节作用。

本文提出以下启示。第一，高标准农田建设对气温偏差增大导致的农业全要素生产率的损失具有调节作用。因此，应加快高标准农田建设，特别是加大力度对气温偏差变化较大地区的高标准农田建设支持。同时，因地制宜调整高标准农田建设规划，强化高标准农田对降水偏差增大的抵御能力。第二，农业社会化服务未能降低降水偏差增加对农业全要素生产率损失的影响，这表明农业社会化服务体系不够完善，需进一步提升农业社会化服务机构应对气候变化的风险抵抗能力。第三，继续加大农业保险的投入力度与覆盖面积，有助于进一步发挥农业保险应对气候变化的作用，提升农业生产的积极性。本文研究发现，农业保险能够有效降低气温与降水偏差增大对农业全要素生产率的损失。因此，应进一步完善风险管理机制，促进农业保险普及，以提高农业应对气候变化的韧性和可持续性。

参考文献

[1] SOUBRY B, SHERREN K, THORNTON T F. Are we taking farmers seriously? A review of the literature on farmer perceptions and climate change, 2007-2018 [J]. Journal of Rural Studies, 2020, 74: 210-222.

[2] MAWEJJE J. How does the weather and climate change affect firm performance in low-income countries? Evidence from Uganda [J]. Sustainable Futures, 2024, 7: 100167.

[3] DESCHENES O, GREENSTONE M. The economic impacts of climate change: evidence from agricultural output and random fluctuations in weather [J]. American economic review, 2007, 97 (1): 354-385.

[4] 丁宇刚, 孙祁祥. 气候风险对中国农业经济发展的影响: 异质性及机制分析 [J]. 金融研究, 2022 (9): 111-131.

[5] 付真真, 祝光欣, 刘志娟, 等. 气候变化背景下中国玉米产区开花期高温时空分布特征 [J]. 中国农业科学, 2023, 56 (14): 2686-2700.

[6] 刘东, 陈景帅, 冯晓龙, 等. 气候变化对农户农地流转行为的影响: 来自全国农村固定观察点的证据 [J]. 中国农村经济, 2024 (5): 40-61.

[7] 代明慧, 于法稳. 气候变化背景下农业绿色发展能力提升研究 [J]. 中州学刊, 2024 (4): 49-56.

[8] 张俊飏, 何可. “双碳”目标下的农业低碳发展研究: 现状、误区与前瞻 [J]. 农业经济问题, 2022 (9): 35-46.

[9] KUMAR N, MAITI D. Long-run macroeconomic impact of climate change on total factor productivity: evidence from emerging economies [J]. Structural Change and Economic Dynamics, 2024, 68: 204-223.

[10] 黄进, 柳艺博, 张方敏. 基于农业灾情我国粮食主产区的干旱特征及其与环流指数的联系 [J]. 中国农业资源与区划, 2024 (4): 1-10.

2024, 45 (5): 85-96.

- [11] DASGUPTA S, VAN MAANEN N, GOSLING S N, et al. Effects of climate change on combined labour productivity and supply: an empirical, multi-model study [J]. *The Lancet Planetary Health*, 2021, 5 (7): 455-465.
- [12] 孙学涛, 张丽娟, 王振华. 高标准农田建设对农业生产的影响: 基于农业要素弹性与农业全要素生产率的视角 [J]. *中国农村观察*, 2023 (4): 89-108.
- [13] 令涛, 赵桂芹. 农业保险与农业生产韧性: 内在逻辑及实证检验 [J]. *华南农业大学学报 (社会科学版)*, 2024, 23 (2): 94-106.
- [14] 刘进, 贾杰斐, 许庆. 农机购置补贴如何影响小农户农机社会化服务获得: 基于全国农村固定观察点数据的分析 [J]. *中国农村经济*, 2023 (2): 85-108.
- [15] 唐建军, 龚教伟, 宋清华. 数字普惠金融与农业全要素生产率: 基于要素流动与技术扩散的视角 [J]. *中国农村经济*, 2022 (7): 81-102.
- [16] 甘天琦, 杜建国, 李波. 中国县域农业全要素生产率的分异特征与驱动因素 [J]. *经济问题*, 2022 (4): 101-107.
- [17] GREENE W. Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model [J]. *Journal of Econometrics*, 2005, 126 (2): 269-303.
- [18] 向玲凇. 基于 SFA 模型的西部地区 TFP 增长率测算及其效率分解 [J]. *统计与决策*, 2017 (3): 152-155.
- [19] TRINH V Q, TRINH H H, LI T, et al. Climate change exposure, financial development, and the cost of debt: evidence from EU countries [J]. *Journal of Financial Stability*, 2024, 74: 101315.
- [20] SIMAR L, WILSON P W. Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes [J]. *Journal of Econometrics*, 2007, 136 (1): 31-64.
- [21] 潘敏, 刘红艳, 程子帅. 极端气候对商业银行风险承担的影响: 来自中国地方性商业银行的经验证据 [J]. *金融研究*, 2022 (10): 39-57.
- [22] SCHMIDT P. One-step and two-step estimation in SFA models [J]. *Journal of Productivity analysis*, 2011, 36: 201-203.

Climate Change, Climate Adaptation Measures and Agricultural Total Factor Productivity

—From the Perspective of Input Factors

LI Wenqi NIU Jianmin

Abstract: In order to explore the impact of climate change and climate adaptation measures on agricultural production efficiency, based on the meteorological and agricultural production data of prefecture-level cities from 2004 to 2022, this paper analyzes the impact of climate change and climate adaptation measures on agricultural total factor productivity from the perspective of capital, labor and environmental factors by using two-way fixed effect model. The results show that the increase of temperature deviation and precipitation deviation significantly reduce agricultural TFP. From the decomposition of agricultural TFP, technical efficiency improvement and loss of scale efficiency contribute more. The mechanism analysis shows that the increase of temperature deviation leads to the increase of drought and the loss of labor efficiency, but does not lead to the loss of agricultural capital. The increase of rainfall deviation leads to flood disaster and loss of agricultural capital, but does not lead to loss of labor efficiency. The adjustment effect analysis found that high-standard farmland construction, agricultural socialization service and agricultural insurance all weakened the adverse impact of increasing temperature deviation on agricultural total factor productivity, and the effect of agricultural insurance had an intertemporal effect. Agricultural insurance attenuated the adverse effects of increased rainfall deviation on agricultural total factor productivity.

Keywords: Climate Change; Climate Adaptation Measures; Agriculture Total Factor Productivity

(责任编辑 卫晋津 李 辉)