

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
(中国国际贸易促进委员会农业行业分会)
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 558 期
2025 年第 10 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 王 平 朱信凯 杜志雄 何秀荣 张陆彪 顾卫兵

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 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 王 平 李庆海

副 主 编 郭 辉 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。

大食物观对世界农业发展的意义
..... 樊胜根 周晓时（5）

构建多元化食物供给体系的路径创新与长效机制研究
..... 赵启然 李欣荣（16）

全球视角下农业食物系统低碳转型：进展、挑战与对策
..... 冯晓龙 许雪珍（27）

国际新蛋白产业发展的缘起、现状及挑战：一个文献综述
..... 龙文进 袁之名（41）

构建多元化食物供给体系：挑战机遇、经验借鉴与推进路径
..... 张哲晰 杨玉洁 黄 雨 等（54）

碳中和目标下日本农业政策新动向及启示借鉴
..... 王国华（66）

新乡村主义：传统智慧与现代创新交融下的乡村设计哲学
..... 周武忠（78）

乡村治理有效的实践路径与运行机理
——基于集体行动视角的多案例分析
..... 王 进 冯仁丽（91）

数字素养与农户家庭收入流动性
——基于生产要素配置视角
..... 马红梅 毛德姿（105）

门诊统筹对农村中老年人消费的影响研究
——来自新农合的证据
..... 李立清 罗茜妮（117）

其他

国际农产品市场价格与贸易形势月报（第 47 期）
..... 农业农村部农业贸易预警救济专家委员会（129）

国际粮农动态：中国-国际农业发展基金南南及三方合作基金已惠及全球逾 10 万名农户等 4 则
..... （133）

2025 年 9 月世界农产品供需形势预测简报
..... 刘丽佳（136）

农业贸易百问：中国美食如何融入韩国饮食潮流？
..... 任 慧 刘文泽（140）

推进三大区域农业对外合作的路径探析
..... 祁梦超（143）

全球重要农业文化遗产空间分布及类型特征
..... 王宏磊 宋雨星 孔双阳 等（146）

The Significance of the Big Food Concept for Global Agricultural Development	
.....	<i>FAN Shenggen, ZHOU Xiaoshi</i> (5)
Innovative Pathways and Long-term Mechanisms for Building a Diversified Food Supply System in China	
.....	<i>ZHAO Qiran, LI Xinrong</i> (16)
Low-carbon Transformation of Agrifood Systems from a Global Perspective:	
Progress, Challenges, and Countermeasures	
.....	<i>FENG Xiaolong, XU Xuezheng</i> (27)
The Origins, Current Status, and Challenges of International Novel Protein Industry Development:	
A Literature Review	
.....	<i>LONG Wenjin, YUAN Zhiming</i> (41)
Establishing a Diversified Food Supply System: Challenges and Opportunities,	
Experience Reference and Promotion Path	
.....	<i>ZHANG Zhexi, YANG Yujie, HUANG Yu, et al</i> (54)
New Trends and Enlightenment of Japan's Agricultural Policy under the Goal of Carbon Neutrality	
.....	<i>WANG Guohua</i> (66)
Neo-Ruralism: A Rural Design Philosophy Blending Traditional Wisdom with Modern Innovation	
.....	<i>ZHOU Wuzhong</i> (78)
The Practical Path and Operating Mechanism of Effective Rural Governance	
—A Multi-case Analysis based on the Perspective of Collective Action	
.....	<i>WANG Jin, FENG Renli</i> (91)
Digital Literacy and the Income Mobility of Rural Households	
—A Perspective based on the Allocation of Production Factors	
.....	<i>MA Hongmei, MAO Dezi</i> (105)
Research on the Impact of Outpatient Pooling on the Consumption of the Rural Middle-aged and Elderly	
—Evidence from the New Rural Cooperative Medical System	
.....	<i>LI Liqing LUO Xini</i> (117)

大食物观对世界农业发展的意义

◆ 樊胜根 周晓时

(中国农业大学经济管理学院/全球食物经济与政策研究院 北京 100083)

摘要: 在粮食安全、资源约束与气候变化等全球性挑战交织背景下,世界农业发展亟须突破传统范式,寻求系统性转型路径。中国提出并积极践行的大食物观,主张突破传统耕地依赖,立足整个国土资源拓展食物来源,构建多元化食物供给体系,为全球农食系统转型提供了重要启示。本文系统阐释了大食物观的理论内涵与实践逻辑,剖析全球农食系统转型的主要困境,总结中国在提升食物供给韧性和多样化方面的政策成效,进一步论证该理念在拓展粮食安全内涵、推动农业绿色转型、拓宽各国发展路径选择等方面的普适价值。研究认为,大食物观的核心理论贡献在于构建了以生态承载力为基础的“生态比较优势”新范式,强调通过优化空间布局与全链条整合提升综合效益。本文探讨了将该理念转化为全球行动的可能路径,包括深化“一带一路”农业合作、加强农业科技合作、构建国际贸易新秩序及应对气候变化等的挑战,推动全球农食系统向更具韧性、可持续的方向演进。

关键词: 大食物观;世界农业;农食系统转型;粮食安全;国际合作

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2025.10.001

1 引言

当前,全球正面临粮食安全形势严峻、居民膳食结构加速变迁、自然资源与环境约束日益趋紧等多重挑战^①。传统农业主要依赖耕地资源生产粮食的观念,已难以完全适应新时代的需求。为应对这些挑战,国际社会相继提出了可持续集约化(Sustainable Intensification)、气候智能型农业(Climate-Smart Agriculture)以及生态农业(Agroecology)等重要理念。这些理论虽各有侧重,但共同指向了提升资源效率与环境可持续性的目标。然而,它们或侧重于现有农业体系内的技术增效,或侧重于地方性的生态系统重构,对于如何在国家战略层面系统性地、大规模地破解人口大国的食物安全与发展难题,仍缺乏一个成熟的宏观框架^[1]。正是在这一背景下,中国提出“大食物观”为破解现代农业发展难题提供了全新视角和系统性解决方案。这一理念回应了人民群众对农副产品日益多样化、健康化的新需求,旨在从根本上巩固国家粮食安全之基,推

收稿日期:2025-06-12。

基金项目:国家社会科学基金重大项目“新形势下我国农业食物系统转型研究”(22&·ZD085)。

作者简介:樊胜根(1962—),男,江苏东台人,讲席教授,研究方向为农食系统转型;周晓时(1990—),男,河南舞钢人,副教授,研究方向为农业经济理论与政策。

① 资料来源:联合国粮农组织(FAO),*World Food and Agriculture-Statistical Pocketbook 2024*, <https://doi.org/10.4060/cd2972en>。

动农食系统向更高质量、更可持续的方向转型^[2-4]。

大食物观超越了单纯的粮食生产，正如习近平总书记所强调“要向耕地草原森林海洋、向植物动物微生物要热量、要蛋白，全方位多途径开发食物资源”^①。其核心原则主要包括：第一，食物来源的多元化，强调对各类生物资源的深度开发和高效利用；第二，农业全产业链的整合与增效，注重从种养、加工到流通、消费各环节的系统优化；第三，农食系统的绿色低碳转型，将生态环境保护置于优先地位，推动农业可持续发展；第四，坚持以人民为中心的发展思想，以满足人民对美好生活的向往为出发点和落脚点。大食物观的提出，不仅是对食物数量概念的拓展，更是一次关乎发展理念的质的飞跃和系统性重塑。它并非简单地关注增加食品品类，而是从哲学层面重新审视人与自然、食物与健康、生产与生态的关系。当前各国的官方路径文件普遍存在“生产主义”偏见，即过度聚焦传统种植业生产环节^[1]，大食物观则将视线投向整个生态系统，强调食物生产与生态承载力的协调统一，这意味着从一种主要关注人类对自然索取的单向视角，转向更强调共生与和谐的互动视角。

面对全球农食系统转型的复杂局面，中国提出并践行大食物观，不仅对本国粮食安全和农业现代化具有战略意义，也为世界其他国家，特别是面临相似挑战的发展中国家，提供了宝贵的经验和启示。本文旨在深入探讨大食物观的理论内涵及其对全球农业发展和农食系统可持续转型的多重意义。本文剖析了全球农食系统转型的现状与挑战，梳理了大食物观在中国的实践探索与战略成效。在此基础上，着重阐述中国大食物观对世界农业发展的贡献、影响与启示，并展望大食物观引领下未来全球农业合作的前景与可行路径，期望为国际社会理解和借鉴中国经验、共同推动全球农食系统向更健康、更可持续、更有韧性的未来迈进提供有益的学术参考。

2 全球农食系统转型的现状与挑战

全球农食系统正经历着一场深刻而复杂的转型，既有机遇也面临严峻挑战。一方面，科技进步与消费升级^②为系统优化提供了动力；另一方面，粮食安全、营养不良、气候变化、资源约束、地缘政治以及市场波动等问题交织影响，对全球农业的可持续发展构成了前所未有的考验。

2.1 全球粮食安全、营养状况与农产品市场动态

当前，世界粮食安全和营养状况仍面临严峻挑战。根据《2024 年世界粮食安全和营养状况》报告，2023 年全球仍有 7.13 亿~7.57 亿人面临饥饿，全球约 23.3 亿人（占总人口的 28.9%）处于中度或重度粮食不安全状态，实现联合国可持续发展目标（SDGs2 零饥饿）的进展严重滞后，冲突、气候变化、经济下行和不平等是主要的驱动因素^③。营养不良问题也呈现多重负担，国际食物政策研究所（IFPRI）在其《2024 年全球粮食政策报告》中估算，全球仍有高达 28.3 亿人无力负担健康膳食，贫困是限制健康膳食获取的首要因素，而水果、蔬菜、动物源性食品等营养密集型食物相对较高的价格则加剧了这一问题^④。

与此同时，农产品市场持续受多种因素影响，呈现复杂多变态势。世界银行（World Bank）2025 年的分析指出，极端天气事件频发、农业投入品价格波动、贸易限制以及气候变化的长期影响，都对全球农业生产和粮食价格构成显著风险^⑤。联合国粮农组织（FAO）《2024 年粮食及农业状况》报告则从更深层次揭示

① 资料来源：《树立和践行大食物观》，https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202405/content_6950671.htm。

② 资料来源：FAO, *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024: Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition in all its forms*, <https://doi.org/10.4060/cd1254en>。

③ 资料来源：IFPRI, *2024 Global Food Policy Report: Food Systems for Healthy Diets and Nutrition*, <https://www.ifpri.org/publication/global-food-policy-report-2024-food-systems-healthy-diets-and-nutrition>。

④ 资料来源：World Bank, *Risks and challenges in global agricultural markets*, <https://blogs.worldbank.org/en/developmenttalk/risks-and-challenges-in-global-agricultural-markets>。

了当前农食系统存在的巨大“隐性成本”。据估算，这些未在市场价格中完全体现的环境、健康和社会成本每年高达 12 万亿美元（表 1），其中约 70%是由不健康膳食模式导致的，凸显了向健康可持续膳食转型的紧迫性，并强调了真实成本核算（True Cost Accounting，TCA）对于推动价值驱动型农食系统转型的重要性^①。“隐性成本”为政策制定者提供了一个强有力的经济学论据。传统经济模型往往侧重于直接生产成本和市场价格，忽视了环境退化、公共健康负担等外部性。当这些高达万亿美元的隐性成本被量化并公之于众时，采取积极措施推动农食系统向可持续、健康方向转型的经济合理性便显而易见。例如，投资于推广可持续农业实践、改善膳食结构、减少食物浪费等措施。虽然短期内可能需要投入，但长期来看，其所能避免的巨大健康和环境成本，将远超初始投资。这使得大食物观所倡导的多元化、生态化食物供给体系，不仅是生态和社会责任的体现，更成为全局经济上更有效率的选择。

表 1 全球粮食安全与营养不良核心指标

指标	最新数据（估算）
全球饥饿人口	7.13 亿~7.57 亿人（2023 年）
全球中度或重度粮食不安全人口	23.3 亿人（2023 年）
无力负担健康膳食的人口	28.3 亿人（2022 年）
农食系统年均隐性成本	约 12 万亿美元（2023 年）
其中：健康相关隐性成本	约占 70%（2023 年）
5 岁以下儿童发育迟缓比例	22.3%（2022 年）
全球食物浪费比例	20%（2022 年）

资料来源：FAO、IFPRI、World Bank。

2.2 全球农食系统转型面临的共同挑战

世界农业正面临一系列相互交织的严峻挑战。第一，气候变化影响日益显著且广泛。全球气温上升导致极端天气事件（如热浪、干旱、洪水）的频率和强度增加，对作物产量和农业生产系统造成严重破坏^[5]。例如，热浪已对中国、欧盟、巴西、印度尼西亚等地的主要作物（玉米、水稻、大豆、小麦、甘蔗、棕榈油等）产量产生显著负面影响^②。第二，水土资源约束日益严峻，从中东、北非的极端水资源稀缺，到南亚的地下水过度开采，再到撒哈拉以南的非洲广泛存在的土壤退化问题，全球正面临水资源短缺、耕地质量退化、土壤侵蚀和污染等问题，直接威胁到农业生产的可持续性。中国的经验同样表明，资源短缺和环境压力是农业发展面临的长期制约因素^[6]。第三，地缘政治冲突和贸易格局的演变也给全球农产品供应链的稳定性和安全性带来了冲击。贸易保护主义抬头、出口禁令等单边措施频现，扰乱了正常的国际农产品贸易秩序，加剧了市场波动^[7]。此外，全球经济复苏乏力、部分国家债务危机以及能源和化肥等关键农业投入品价格的波动，也给农业生产者带来了巨大压力，并可能通过价格传导影响到消费者的食物获取能力^[8]。

这些挑战并非孤立存在，而是相互作用呈现出高度的交织性和系统性。例如，气候变化不仅直接影响农业生产，还可能加剧水资源短缺，甚至引发地区冲突，进而影响粮食贸易和援助。这种多重风险的叠加效

① 资料来源：FAO, *The State of Food and Agriculture 2024: Value-driven transformation of agrifood systems*, <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cd2616en>。

② 资料来源：World Bank, *Risks and challenges in global agricultural markets*, <https://blogs.worldbank.org/en/developmenttalk/risks-and-challenges-in-global-agricultural-markets>。

应，使得全球农食系统变得异常脆弱。一个地区性的干旱（气候因素）可能因缺乏灌溉基础设施（资源约束）而演变成严重的粮食短缺，若该地区同时面临地缘政治紧张局势（地缘政治因素），则可能导致贸易中断和人道主义危机。因此，全球农业发展亟须一个能够统筹考虑经济、社会、环境多重目标的综合性应对框架，而非针对单一问题的零敲碎打式解决方案。这恰恰是大食物观所倡导的系统性思维，即从整个农食系统出发，综合考量食物生产、加工、流通、消费以及资源环境承载能力，寻求多维度、可持续的解决方案。由于全球挑战的系统性与交织性，任何单一维度的解决方案都显得捉襟见肘，各国基于自身禀赋的探索也因此呈现出不同的路径与困境，这为比较和理解不同转型模式的有效性提供了现实基础。

2.3 各国农业发展模式的比较与可持续转型探索

世界各国由于资源禀赋、经济发展水平、历史文化传统以及政策导向的不同，其农业发展模式呈现出高度的异质性。FAO 在《2024 年粮食及农业状况》报告中提出了一种农食系统类型学，将全球农食系统划分为长期危机型、传统型、扩张型、多样化型、正规化型和工业化型六种类型^①。这一分类有助于更精准地分析不同类型国家或地区农业发展面临的特定挑战和潜在的转型路径。例如，在长期危机型和传统型农业粮食体系中，水果和蔬菜摄入不足的膳食结构导致的隐性成本最高，该成本随着国家向工业化型农业粮食体系过渡大多会减少。

在可持续转型方面，发达国家与发展中国家也面临不同的任务和选择。发达国家通常拥有更雄厚的资本和技术实力，其农业转型更侧重于提高资源利用效率、发展精准农业、减少环境足迹以及满足消费者对高品质、多样化、可持续农产品的需求。然而，其高额的农业补贴政策与市场准入壁垒也常常对发展中国家的农产品出口构成挑战。发展中国家则普遍面临着在保障粮食安全、提高农民收入的同时，应对资源约束和气候变化影响，并努力融入全球价值链的艰巨任务。许多发展中国家正在积极探索符合本国国情的农业发展道路，如通过发展特色农业、推广生态农业技术、改善农业基础设施、赋能小农户等方式，寻求可持续发展^[9]。

虽然全球农业的可持续转型不存在“一刀切”的普适方案，但中国大食物观所蕴含的核心理念，如强调食物来源的多元化以增强供给韧性、注重生态环境保护以实现可持续发展、推动全产业链整合以提升价值和效率等，对不同类型的国家均具有普遍的启示意义。这种理念的普适性并非要求各国复制中国的具体做法，而是借鉴其核心思想框架。例如，对于资源相对匮乏或面临严重环境压力的国家，大食物观中“向整个国土资源拓展”和“宜粮则粮、宜经则经、宜牧则牧、宜渔则渔、宜林则林”的原则，即根据不同区域的资源环境承载能力发展适宜的食物产业，有助于优化资源配置，避免对单一资源的过度依赖。一个内陆干旱国家可能会依据此原则，重点发展耐旱作物、节水型畜牧业或昆虫蛋白等；而一个拥有漫长海岸线的岛国，则可能侧重于可持续水产养殖和海洋生物资源的开发。两者路径不同，但都体现了大食物观中因地制宜、多元拓展的精髓。对于致力于改善国民营养状况的国家，大食物观所强调的从保障数量到关注质量和营养的转变^[10]，也提供了有益的政策导向。

3 大食物观在中国的实践探索与战略成效

大食物观作为一项具有战略性、系统性的国家方略，在中国的实践探索已取得显著进展和成效。这得益于国家层面的顶层设计与强有力的政策引领，以及地方层面因地制宜的积极创新。

① 资料来源：FAO, *The State of Food and Agriculture 2024: Value-driven transformation of agri-food systems*, <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cd2616en>。

3.1 顶层设计与政策驱动机制

中国政府高度重视大食物观的实践与推广,将其作为保障国家粮食安全、推动农业农村现代化和建设农业强国的重要战略举措^[11]。2024年,《国务院办公厅关于践行大食物观构建多元化食物供给体系的意见》(国办发〔2024〕46号)为大食物观的全面落实提供了纲领性的政策指导。该文件明确了践行大食物观的指导思想、基本原则、主要目标和核心举措,强调要“锚定建设农业强国目标,树立大农业观、大食物观,推进农业供给侧结构性改革,在保护好生态环境的前提下,从耕地资源向整个国土资源拓展,从传统农作物和畜禽资源向更丰富的生物资源拓展”。文件还设定了到2027年和2035年的阶段性目标,旨在逐步构建起粮经饲统筹、农林牧渔结合、植物动物微生物并举的多元化食物供给体系,最终实现食物品种更加丰富多样,人民群众多元化食物消费和营养健康需求得到有效满足。

这些顶层设计和政策部署,将大食物观深度融入国家粮食安全战略、乡村振兴战略以及农业强国建设的宏伟蓝图中,为其在全国范围内的实践提供了强有力的制度保障和行动指南^[12]。这种国家层面的强力推动是至关重要的,因为大食物观所倡导的转型触及农业、林业、渔业、环境、科技等多个领域,涉及复杂的利益协调和资源重新配置。若无中央政府的明确战略指引和政策支持,各部门、各地方的行动可能缺乏协同,难以形成合力。中国一系列政府推动政策正是通过设定清晰目标、明确责任分工、提供政策激励,为这一系统性工程的顺利实施铺平道路,确保各项举措能够得到有效落实^[13]。

3.2 多元化食物供给体系的构建路径

在国家政策的指引下,中国各地方积极探索践行大食物观,在构建多元化食物供给体系方面取得了显著成效。

第一,向森林要食物。作为国家大食物观战略的重要抓手,林下经济和木本粮油产业正成为森林资源开发利用的重点方向。湖南省作为全国油茶核心产区,通过构建涵盖育苗、种植、加工、销售的完整产业链,有效推动了油茶从传统林产品向高端食用油与功能食品的延伸^①。截至2024年底,全省油茶林面积达2371万亩^②、年产茶油44万吨、年总产值934亿元,均居全国首位,成为林地变食物资源的重要范式^③。该路径不仅实现了森林生态系统的保护与食物供给的协同发展,也成为拓展优质脂类食物来源、提升绿色农业比重的关键实践^[14]。

第二,向江河湖海要食物。“海上粮仓”建设是中国推进大食物观的重要方向。山东省作为深远海养殖发展的先行区,近年来大力推动“海上粮仓”建设,率先布局深远海智能养殖平台与高效生态渔业模式。代表性工程如“深蓝一号”全潜式养殖网箱,已实现大西洋鲑深海规模化养殖,标志着中国在深远海养殖技术上的突破。山东省威海市荣成市等地通过推进“贻贝长城”等大型生态工程,探索建立深远海绿色养殖集群,形成以远海网箱、冷水团养殖、水产种业为支撑的全产业链体系,有效拓展了优质动物蛋白来源的空间,为中国水产品供给提供了可持续新路径^[15]。

第三,向设施农业要食物。现代设施农业通过技术集成,能够在有限的土地上实现高效产出,是保障“菜篮子”产品稳定供应的重要手段。福建省在设施农业发展方面也取得了长足进步,截至2023年底,全省设施农业面积逾240万亩,建成了3000余个温室大棚项目,同时福建省的设施蔬菜种植面积虽不到蔬菜总面积的1/7,但产量已占到1/5,产值更是达到1/3,其中逾六成设施蔬菜供应省外,成为全国“南菜北运”

① 资料来源:《林长制赋能,湖南油茶三年行动蹄疾步稳》, <https://www.forestry.gov.cn/c/www/ycgzdt/541161.jhtml>。

② 1亩=1/15公顷。

③ 资料来源:湖南省林业局,《湖南省油茶林面积、茶油产量、年总产值均居全国首位》, https://lyj.hunan.gov.cn/lyj/xxgk_71167/gzdt/mtkl/202508/t20250827_33783815.html

的重要基地^①。设施农业在提升土地利用效率和食物供给能力方面的巨大潜力，特别是在耕地资源紧张的地区，其意义尤为重大^[16]。

第四，向植物动物微生物要热量、要蛋白。大食物观积极拥抱现代生物科技，鼓励发展生物农业，开拓新型食品资源。中国在这一领域的探索包括发展食品发酵工业，推广应用微生物菌体蛋白作为新型饲用蛋白来源，以及加快藻类食物的开发等^[17]。据统计，生物技术对中国农业增效的贡献率已达到 30%，生物产业总产值超过 5 万亿元^②，显示出生物资源在未来食物供给中的广阔前景。

这些实践共同展示了大食物观并非单一的技术路径，而是多措并举、因地制宜的创新体系，既有对传统自然资源的创造性利用，也有对现代高新技术的积极采纳。

3.3 多元食物供给体系的构建成效

中国践行大食物观的战略部署和实践探索，已在保障食物供给、丰富食物种类、提升农业综合生产能力等方面取得了显著成效（表 2）。

表 2 中国践行大食物观主要成效数据汇总

指标	2015 年	2024 年
粮食总产量	1.24 万亿斤	1.41 万亿斤
人均粮食占有量	478.75 千克	500 千克
肉类总产量	8 749.52 万吨	9 779.93 万吨
水产品总产量	6 210.97 万吨	7 357.59 万吨
森林食物年产量	—	超过 2 亿吨
农业科技进步贡献率	56%	63.2%
绿色、有机、地标农产品认证数量	—	超过 7.6 万个

资料来源：国务院、国家发展改革委、国家统计局官网。
注：部分数据未在直接引用材料中找到，用“—”表示。1 斤=0.5 千克。

中国在确保粮食稳定增长的同时，肉类、水产品、森林食物等多元食物的供给能力显著增强，农业科技的支撑作用日益凸显，绿色优质农产品的比重持续提升^[18-19]。中国践行大食物观的实践，其核心在于立足本国国情，充分挖掘各类食物资源的潜力。这不仅有力保障了国内 14 亿多人口的食物需求，其巨大的生产规模和不断提升的生产效率，也通过稳定自身市场需求、参与全球农产品贸易等方式，间接为全球食物市场的供需平衡和价格稳定做出了积极贡献。例如，中国的水产品产量占全球总产量的 35%^③，是对世界食物供给的重要补充。同时，通过多元化食物来源，中国有效降低了对单一进口来源的过度依赖风险^[20]，增强了本国食物系统的韧性，这在全球粮食市场不确定性日益增加的背景下尤为重要。当国际市场出现某种农产品供应短缺或价格剧烈波动时，一个拥有多元化国内供给基础的国家，其抵御外部风险的能力自然更强。这种通过内部挖潜和多元化发展所带来的“韧性红利”，是中国践行大食物观的重要战略价值之一。

4 大食物观对世界农业发展的贡献与启示

中国践行大食物观，不仅深刻影响着本国农业农村的现代化进程，其成功实践与核心理念也对世界农业

① 资料来源：《因地制宜发展设施农业》，<https://www.faas.cn/cms/html/fjsnykxy/2024-05-28/295014815.html>

② 资料来源：《积极践行大食物观的进展成效及经验启示》，https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202408/t20240819_1392462.html?utm_.com。

③ 资料来源：FAO, *The state of world fisheries and aquaculture 2022: towards blue transformation*, <https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf>。

发展产生了多方面的积极贡献与重要启示。大食物观的全球意义超越了单纯的食物生产，它为各国应对共同的粮食安全挑战、推动农食系统向更可持续和更有韧性的方向转型，以及为促进农业资源的高效与多元化利用提供了宝贵的中国智慧和实践参照。

4.1 拓展粮食安全内涵

中国作为世界上第二人口大国，成功解决自身吃饭问题，本身就是对全球粮食安全的巨大贡献。大食物观的提出与实践，是中国在新的历史条件下，为进一步巩固和提升本国粮食与食物安全保障能力所进行的战略探索。通过践行大食物观，中国在确保谷物基本自给、口粮绝对安全的基础上，大力拓展肉类、蛋奶、水产品、果蔬、菌菇以及森林食物等多元食物来源，极大地丰富了国民的“米袋子”和“菜篮子”。这种立足国内、多元开发的食物安全保障模式，减少了对国际市场的过度依赖，增强了国家食物主权的韧性。例如，中国的养殖类水产品占全球养殖产量 60% 以上，在满足国内巨大消费需求的同时，也为全球水产品市场供应做出了重要贡献^①。

大食物观的核心在于“开源”与“提质”并重，而非简单地用一种食物替代另一种食物，或者牺牲粮食生产来发展其他食物。《国务院办公厅关于践行大食物观构建多元化食物供给体系的意见》明确指出要“保粮为基，统筹开发”，这一经验对于那些同样面临人口众多、资源相对约束、食物需求日益多样化挑战的国家具有重要的借鉴意义。大食物观启示各国在确保主粮生产不放松的同时，应积极拓展思路，充分利用本国多样化的国土资源和生物资源，因地制宜发展特色食物产业，从而构建更具韧性和可持续性的国家食物安全保障体系。大食物观所倡导的这种“自给自足”并非传统意义上的闭关锁国或完全排斥国际贸易，而是一种基于国内多元化生产能力的广义自给。通过提升对各类食物的国内综合供给能力，一个国家可以减少在关键时刻对少数几个全球供应源的过度依赖，从而在国际市场发生动荡时，能够更好地稳定国内市场，保障国民的基本食物需求。这种通过增强内生能力来稳定全球大盘的思路，对于维护全球粮食市场的整体平衡具有积极意义。

4.2 深化绿色可持续理念

大食物观不仅关注食物数量和种类的拓展，更将农食系统的绿色低碳转型和可持续发展置于核心地位。其倡导的“生态优先、绿色开发”原则^②，以及对循环农业、生态农业模式的推崇，与联合国 2030 年可持续发展目标 (SDGs) 高度契合，特别是与 SDG2 (零饥饿)、SDG12 (负责任消费和生产)、SDG13 (气候行动)、SDG14 (水下生物) 和 SDG15 (陆地生物) 等目标紧密相关。中国在践行大食物观的过程中，注重提升农业资源利用效率，推广节水节肥节药技术，加强农业面源污染治理，保护农业生态环境，这些实践有助于减缓气候变化对农业的影响，并提升农业系统对气候变化的适应能力和韧性^[21]。

大食物观内含的“向整个国土资源拓展”和“宜粮则粮、宜经则经、宜牧则牧、宜渔则渔、宜林则林”原则^[22]，实质上是在食物生产领域对大卫·李嘉图的“比较优势”理论的深化和创新性应用。传统比较优势理论主要从要素禀赋和生产成本角度出发，而大食物观更加强调了生态适宜性和资源环境承载能力，强调“生态比较优势”。一个地区或国家在选择发展何种食物产业时，不仅要考虑其经济上的比较优势，更要考虑其生态上的可持续性。例如，在水资源匮乏地区强行发展高耗水农业，即使短期内可能因补贴或特定市场条件而显得“有利可图”，但从长期和生态角度看，则可能导致资源枯竭和环境恶化。如果这一理念能够在全球层面得到推广和应用，将有助于引导各国更加注重发挥自身的真实、可持续的比较优势，形成各具特色、

① 资料来源：《我国养殖水产品总量占世界养殖水产品总量的 60% 以上》，https://www.gov.cn/xinwen/2019-10/30/content_5446912.htm。

② 资料来源：《国务院办公厅关于践行大食物观构建多元化食物供给体系的意见》，https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202409/content_6974839.htm。

优势互补的全球农业生产格局。这不仅能够提升全球整体的食物生产效率和供给能力，更能通过食物来源和生产方式的地理及生态多样化，增强全球农食系统应对局部冲击（如极端天气、地缘冲突）的韧性，避免对少数几个“世界粮仓”过度依赖。

4.3 平衡多元发展路径

中国在践行大食物观的过程中，积累了大量关于非传统耕地资源（如森林、草原、滩涂、盐碱地等）和生物资源（如菌物、藻类、微生物发酵产品等）开发利用的技术和模式创新经验^[23]，为世界各国，特别是那些拥有相似资源禀赋但尚未得到充分开发利用的发展中国家，提供了可资借鉴的实践案例。例如，中国农业大学全球食物经济与政策研究院（AGFEP）连续 5 年面向国内和国际发布《中国与全球食物政策报告》（*China and Global Food Policy Report*）系统总结和推广中国大食物观实践经验^①，食物和土地利用联盟（FOLU）致力于在全球范围内分享中国经验，推动相关对话与国际合作^②。但也要注意，中国经验的推广应用必须因地制宜，并充分预见和规避潜在风险。

对于许多面临粮食安全与营养改善双重压力的发展中国家，特别是那些拥有独特生物多样性的国家，中国的经验启示其可将过去被视为“边际”或“低产”的资源转化为宝贵的食物来源。例如，通过借鉴中国在林下经济、可持续水产养殖、菌物和藻类开发等方面的经验，有望在不与主粮争地的前提下，开辟新的食物增长点。然而，这其中也蕴含风险。对非传统资源的开发，必须以科学的生态评估为前提，严守生态承载力红线，避免因规划失当引发新的生态退化或生物安全问题；同时，新型食物的涌现也对各国的食品安全标准、检验检疫和市场监管体系提出了新的挑战，需要政府弹性应对。

对于资源禀赋优越但面临农业扩张与环境保护矛盾的国家而言，大食物观所强调的“宜粮则粮、宜经则经、宜牧则牧、宜渔则渔、宜林则林”的国土空间优化原则，提供了平衡发展与保护的中国智慧。但这同样考验着政府的治理能力，必须警惕在政策执行中出现“一刀切”或“泛化”的倾向，防止地方政府为追求短期经济利益而破坏性开发，导致“以经挤粮”或“以渔毁田”等违背战略初衷的后果。

5 践行大食物观的全球农业合作路径

大食物观不仅为中国农业发展指明了方向，其蕴含的系统性思维和创新实践也为未来全球农业合作开辟了新的前景和路径。在全球农食系统面临共同挑战的背景下，以大食物观为引领深化国际农业合作，对于构建更具韧性、包容性和可持续性的全球食物未来至关重要。

5.1 深化“一带一路”倡议下农业国际合作与共同发展

“一带一路”倡议为中国与共建国家深化农业合作提供了重要平台。在大食物观的引领下，未来农业国际合作可以更加聚焦构建多元化、可持续的食物供给体系。中国可以分享其在拓展食物来源、发展特色农业、建设农业全产业链等方面的经验和技術，支持共建“一带一路”国家根据自身资源禀赋发展符合大食物观理念的农业产业^[24]。合作内容可涵盖农业基础设施投资（如灌溉系统、仓储物流设施）、优良品种和先进适用技术的推广（如中国的菌草技术、杂交水稻技术已在多个国家成功应用^③）、农产品贸易便利化、农业园区共建以及农业人才培养和能力建设等多个方面。通过这种互利共赢的合作，不仅能够帮助伙伴国家提升自

① 资料来源：中国农业大学全球食物经济与政策研究院旗舰报告，<https://agfep.cau.edu.cn/col/col39031/index.html>。

② 资料来源：FOLU, *FOLU China Action Agenda*, https://www.foodandlandusecoalition.org/wp-content/uploads/2023/08/FOLU-China-Action-Agenda-Report_2023_compressed.pdf。

③ 资料来源：《共建粮食丰收带 携手繁荣致富路——“一带一路”农业合作 10 年进阶之路》，<https://www.news.cn/politics/20231229/b1b5119eb79a4c16ad6e3bc0c54daa07/c.html>。

身食物安全保障水平和农业现代化水平，也能为中国自身获取优质、多样化的农产品开辟更广阔的渠道，共同促进区域乃至全球的食物安全和繁荣发展。

需要注意的是，要使“一带一路”农业合作真正践行大食物观，就需要推动合作模式从以往可能偏重基础设施建设或资源获取，向更加注重共同发展当地可持续食物系统的方向转变。这意味着合作项目的设计与实施，必须建立健全的利益共享与风险防范机制，充分考虑当地社区发展需求，赋能小农户，避免出现工商资本排挤小农、发展红利被少数精英攫取的治理风险，应明确将生态可持续性和当地社区惠益作为核心目标，致力于共同培育有韧性的地方食物体系。

5.2 加强国际农业科技创新合作与普惠共享

科技创新是大食物观得以实现的关键支撑。中国在农业生物技术、设施农业、智慧农业、食品精深加工与保鲜、病虫害绿色防控等领域已取得长足进步^[25]。未来，应进一步加强与世界各国在这些前沿领域的科技创新合作，鼓励开展联合研发项目，共同攻克制约农业发展的技术瓶颈。特别要注重农业科技成果的普惠共享，通过建立全球农业科技创新网络、知识共享平台、技术培训中心等方式，推动先进适用技术向发展中国家转移和扩散，帮助其提升农业生产力 and 可持续发展能力。福建省在菌草技术援外、水稻育种和水产养殖技术“出海”等方面已经形成了良好的国际合作品牌^[26]，这类成功的合作模式值得进一步推广。

有效的农业科技合作不应仅仅是单向的“技术转移”，更应强调“共同创新”和“本土化适应”。直接将一国的成功技术照搬到另一国，往往因环境、社会、经济条件的差异而水土不服。真正的普惠共享，意味着与伙伴国家共同研发、联合攻关，根据当地的具体需求和资源禀赋，对技术进行改良和再创新，确保技术的适用性和可持续性。例如，在推广农机技术时，不仅要提供设备，更要与当地科研人员和农民一起研究如何结合当地土壤类型、气候条件和作物种类进行优化^①。这种以需求为导向、以能力建设为核心的合作模式，才能真正帮助发展中国家建立起自身的科技创新体系，从根本上提升其农业发展水平。应积极推动科技小院“出海”，建立国际合作研究平台，将大食物观原则应用于发展中国家多样化的农业生态区和社会经济背景，确保科技合作由需求驱动且与当地实际相关。

5.3 构建稳定、开放、公正的全球农产品贸易新秩序

大食物观的实践离不开稳定、开放和公正的国际农产品贸易环境。各国应共同维护以世界贸易组织(WTO)为核心的多边贸易体制，反对各种形式的贸易保护主义和单边主义，推动农产品贸易自由化和便利化，消除不合理的贸易壁垒，特别要关注和保障发展中国家在国际农产品贸易中的合法权益和发展空间^[27]。与高科技制造业不同，农产品贸易较少涉及核心技术转移和知识产权争议，因此在贸易冲突中通常不构成战略性“卡脖子”领域。在当前国际经贸摩擦加剧的背景下，加强农业领域的对话与合作，推动构建更加平衡和互利的农产品贸易关系，不仅有助于满足各国对多样化食物的需求，也可能为缓和整体国际贸易紧张局势、增进国家间互信提供重要的突破口和润滑剂。

因此，在大食物观引领下，构建新型农产品贸易秩序的努力，应与更广泛的国际发展合作相结合。其目标不应局限于资源获取或市场拓展，而应将贸易升级为共同建设区域性乃至全球性农食系统的“催化剂”。例如，通过将市场准入与技术援助、能力建设相挂钩，帮助发展中国家依据大食物观理念开发本土多元食物资源，并提升其加工、储运和市场营销能力，共同构建以共享食物安全为目标的人类命运共同体。

5.4 携手应对气候变化、生物多样性丧失等全球性挑战

气候变化、生物多样性丧失、土地退化、水资源短缺等是全人类面临的共同挑战，对农业生产和粮食安全

① 资料来源：《中巴科技小院促进了巴西家庭农业发展》，<http://edu.people.com.cn/n1/2025/0515/c1006-40480464.html>。

全构成严重威胁。大食物观所倡导的绿色发展和生态优先理念,为应对这些挑战提供了重要思路。未来,各国应加强在气候智能型农业、生态农业、保护性耕作、水资源高效利用等可持续农业实践方面的国际交流与合作,共同研发和推广适应气候变化、减缓温室气体排放的农业技术和模式。同时,还应加强在农业遗传资源(包括植物、动物、微生物种质资源)的保护、交换和可持续利用方面的全球协作,共同防控外来物种入侵和跨境动植物疫病传播,维护全球生物多样性和农业生态系统的健康与稳定。

传统农业模式往往被视为气候变化和生物多样性丧失的驱动因素之一,如单一作物种植导致生态系统脆弱、过量使用化肥农药造成环境污染。而大食物观所倡导的向森林、草原、江河湖海、微生物要食物,蕴含对生物多样性的尊重和利用。例如,发展林下经济、生态渔业,推广复合种养模式,都有助于维护和提升农业生态系统的多样性和稳定性。通过国际合作,推广这些基于生态系统方法、注重资源循环利用的农业模式,不仅能够增强农业系统对气候变化的适应能力,还能使其从碳排放源转变为碳汇,从生物多样性的破坏者转变为维护者。应推动建立国际融资机制和合作平台,专门用于推广基于大食物观原则的气候适应型和生物多样性友好型农业实践,特别是在最脆弱地区,包括分享在农业生态学和多样化食物资源可持续管理方面的最佳实践。

参考文献

- [1] CANDEL J, SIETSMA A J, BIESBROEK R. National pathways for food systems transformation are limited in scope and degree of ambition [J]. Nature Food, 2025 (6): 809-816.
- [2] 樊胜根. 大食物观引领农食系统转型 全方位夯实粮食安全根基 [J]. 农村, 2023 (4): 10-12.
- [3] 蔡海龙, 吕之望, 马铃薯, 等. 全面准确把握大食物观科学内涵 [J]. 农村, 2023 (4): 5-6.
- [4] 周晓时, 樊胜根. 基于大食物观的乡村产业体系多元化发展 [J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2025, 25 (4): 103-113.
- [5] 樊胜根. 增强食物供应链韧性以应对多种不确定性: 评周曙东专著《农产品安全、气候变化与农业生产转型研究》[J]. 世界农业, 2021 (9): 115-116.
- [6] 樊胜根, 张玉梅. 中国农业食物系统低碳转型战略思考 [J]. 农业经济问题, 2024 (12): 15-23.
- [7] 林发勤. 粮食保护主义全球蔓延的影响及应对 [J]. 人民论坛, 2023 (10): 93-97.
- [8] 陈秧分, 王介勇, 张凤荣, 等. 全球化与粮食安全新格局 [J]. 自然资源学报, 2021, 36 (6): 1362-1380.
- [9] 胡哲鹏, 司伟. 大豆产业链可持续发展的国际经验及启示 [J]. 世界农业, 2025 (1): 67-78.
- [10] 田旭, 龙文进, 樊胜根. 以大农业观与大食物观为指导助力多元化食物供给保障体系构建 [J]. 中国发展, 2024, 24 (1): 35-40.
- [11] 龙文进, 樊胜根. 基于大食物观的多元化食物供给体系构建研究 [J]. 农业现代化研究, 2023, 44 (2): 233-243.
- [12] 龙文进, 樊胜根. 新时代国家大食物安全治理现代化研究 [J]. 农业经济与管理, 2025 (2): 12-22.
- [13] 杨新宇, 高鸣. 着力健全乡村治理体系: 国际经验、现实基础与政策优化 [J]. 世界农业, 2025 (6): 95-105.
- [14] 赵麟萱, 窦亚权, 林昆仑, 等. 林下经济发展与践行大食物观: 耦合关系与协同路径 [J]. 世界林业研究, 2024, 37 (2): 15-21.
- [15] 陈松林, 卢昇, 荣小军, 等. 山东省水产种业高质量发展战略研究 [J]. 水产学报, 2024, 48 (10): 3-16.
- [16] 张露, 罗必良. 农业新质生产力发展的技术逻辑: 演进线索、现实瓶颈与推进策略 [J]. 天津社会科学, 2025 (2): 95-104.
- [17] 谷晓峰, 郭静利. 发展生物技术和产业 保障食物有效供给 [J]. 农村工作通讯, 2025 (1): 22-23.
- [18] 樊胜根, 孟婷. 新形势下中国农食系统转型的理论构建与政策路径 [J]. 学习与探索, 2024 (5): 2, 26-35, 176.
- [19] 孔祥智, 宋乐颜. 全方位夯实国家粮食安全根基: 内涵、挑战与对策 [J]. 农村经济, 2023 (5): 8-15.
- [20] 樊胜根, 张玉梅. 践行大食物观促进全民营养健康和可持续发展的战略选择 [J]. 农业经济问题, 2023 (5): 11-21.
- [21] 陈浮, 沈春竹, 郭维红, 等. 大食物观下多元化食物供给和耕地保护协同推进: 逻辑、机制与路径 [J]. 中国土地科学, 2024, 38 (6): 1-10.
- [22] 程国强. 大食物观: 结构变化、政策涵义与实践逻辑 [J]. 农业经济问题, 2023 (5): 49-60.
- [23] 钟钰, 巴雪真, 陈萌山. 新时代国家粮食安全的理论构建与治理进路 [J]. 中国农村经济, 2024 (2): 2-19.

- [24] 高远飞, 李冰瑶. “一带一路”农业合作前景及相关法律风险探讨 [J]. 农业经济问题, 2024 (4): 145-146.
- [25] 魏后凯, 崔凯. 建设农业强国的中国道路: 基本逻辑、进程研判与战略支撑 [J]. 中国农村经济, 2022 (1): 2-23.
- [26] 蔡勇志, 黄茂兴. “一带一路”倡议下深化与南太平洋岛国经贸合作: 以福建为例 [J]. 福建论坛 (人文社会科学版), 2021 (1): 185-196.
- [27] 朱晶, 王容博, 徐亮, 等. 大食物观下的农产品贸易与中国粮食安全 [J]. 农业经济问题, 2023 (5): 36-48.

The Significance of the Big Food Concept for Global Agricultural Development

FAN Shenggen ZHOU Xiaoshi

Abstract: Against the backdrop of intertwined global challenges such as food security, resource constraints, and climate change, it is imperative for world agricultural development to transcend traditional paradigms and forge systematic transformation pathways. Proposed and actively practiced in China, the big food concept advocates for moving beyond a dependency on traditional arable land by expanding food sources based on the entire national territory's resources. This approach aims to construct a diversified food supply system, providing crucial insights for the transformation of the global agri-food system. This paper systematically elucidates the theoretical connotations and practical logic of the big food concept. It first analyzes the primary dilemmas facing the global agri-food system's transformation, then summarizes the efficacy of China's policies in enhancing food supply resilience and diversification, and further demonstrates the universal value of this concept in expanding the meaning of food security, promoting green agricultural transformation, and broadening development path choices for all nations. The study posits that the core theoretical contribution of the big food concept lies in constructing a new paradigm of “ecological comparative advantage”, which is grounded in ecological carrying capacity. This paradigm emphasizes enhancing comprehensive benefits through the optimization of spatial layouts and full-chain integration. Finally, the paper explores potential pathways for translating this concept into global action, including deepening agricultural cooperation under the “Belt and Road” Initiative, strengthening cooperation in agricultural science and technology, constructing a new international trade order, and addressing challenges such as climate change, thereby steering the global agri-food system toward a more resilient and sustainable evolution.

Keywords: Big Food Concept; Global Agriculture; Agri-food System Transformation; Food Security; International Cooperation

(责任编辑 卫晋津 张雪娇)

构建多元化食物供给体系的路径创新与长效机制研究

◆ 赵启然^{1,2} 李欣荣¹

(1. 中国农业大学经济管理学院 北京 100083;

2. 中国农业大学全球食物经济与政策研究院 北京 100083)

摘要: 面对全球气候变化、地缘政治冲突与国内资源环境约束加剧等多重因素叠加影响,当前全球粮食安全格局正在发生深刻变化。中国以“耕地-谷物”为核心的传统食物供给模式,虽有效保障了数量安全,但在满足消费结构升级、营养健康需求及生态可持续发展等多元目标方面的局限性日益突出。在此背景下,树立大食物观、构建多元化食物供给体系,已成为新时代保障国家食物安全的战略核心和必然选择。本文系统分析了耕地资源刚性约束与居民食物消费升级所带来的双重压力,深入剖析了食物供给转型面临的技术创新不足、市场供需循环不畅和制度保障滞后三大瓶颈问题,并提出应从技术维度聚焦种源研发与生态模式创新,从市场维度优化内外供需循环体系,从制度维度完善政策支持与协同治理机制,以全面提升中国食物安全保障体系的韧性与可持续发展能力。

关键词: 多元化食物供给体系;耕地约束;消费升级;路径创新

DOI: 10.13856/j.cn11-1097/s.2025.10.002

1 引言

在全球气候变化、地缘政治冲突与资源禀赋约束叠加冲击的背景下,传统粮食安全框架的脆弱性日益凸显。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的情景预测数据显示,至2050年,全球气候变化或将导致谷物价格上涨1%~29%,由此造成100万~1.83亿人面临饥饿威胁^[1];与此同时,地缘政治冲突则进一步加剧了全球粮食供应链的碎片化,2022年俄乌冲突使国际小麦价格一度飙升50%,导致全球17亿人陷入饥饿、2.76亿人面临严重粮食不安全^[2]。对于中国而言,人均耕地占有量不足世界平均水平40%的刚性约束,与居民肉蛋奶等动物源性食品消费量持续提升之间的矛盾尤为突出:饲料粮需求不断攀升,而中国饲料粮对外依存度依旧较高,尤其大豆等蛋白质饲料的进口依存度已连续三年超过80%^[3]。若继续沿用“耕地-谷物”主导的传统农业思维,将难以满足日益多元化的食物消费需求,并可能加剧农业生态系统的压力^[4]。因此,构建多元化食物供给体系逐渐成为兼顾“保产能”与“调结构”双重目标的关键策略,旨在通过资源替代与风险分散机制,为保障国家食物安全提供新路径^[5]。

收稿日期:2025-06-09。

基金项目:国家自然科学基金面上项目“我国农村学生营养认知,食物多样性及健康研究”(71973136),中国农业大学“2115”人才培养计划,国家自然科学基金国际(地区)合作与交流项目“全球背景下优化中国农业补贴促进农业食物系统转型”(72061147002)。

作者简介:赵启然(1981—),男,河北邢台人,博士,教授,研究方向为发展经济学、农业经济理论与政策, E-mail: zhaoqiran@cau.edu.cn;李欣荣(2000—),女,青海西宁人,博士研究生,研究方向为农业经济理论与政策。

多元化食物供给体系作为国家粮食安全治理的范式革命，其发展历程大致可划分为“基础储备—概念萌发—制度深化”三个阶段（图 1）。1980—2014 年处于基础储备期，政策重心在于打破“以粮为纲”的单一供给模式，通过推进农业结构调整，实现 1980—2014 年农林牧渔业总产值年均增长率达 40.31%，较同期谷物产值增幅高出近 8 个百分点^①，为拓展资源利用边界奠定了初步基础。2015—2021 年则步入概念萌发期，在大食物观的引领下明确提出“向国土全域要食物”的转型思路，着力构建“粮经饲统筹、水土林共生”的复合生产体系。同期（2015—2022 年），农用地中林地、草地、园地面积年均增长率分别达到 1.64%、2.69%、4.97%^②。制度深化期以 2022 年党的二十大报告首次正式提出“构建多元化食物供给体系”为起点，围绕“植物动物微生物并举”“多渠道拓展食物来源”等具体路径进行政策细化，逐步强化多元化食物供给体系在国家粮食安全保障中的制度地位。

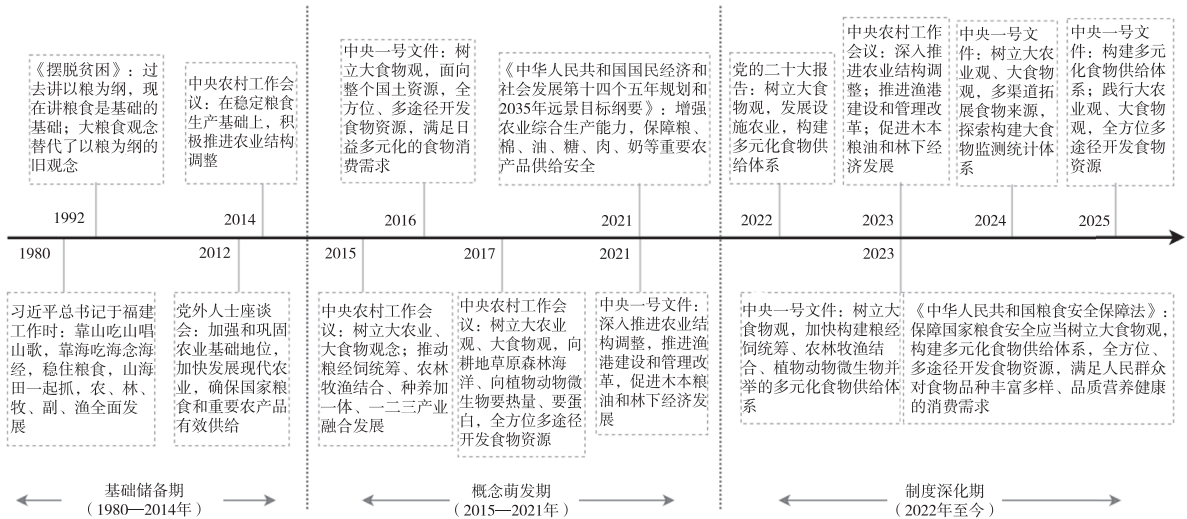


图 1 多元化食物供给体系的演进脉络

数据来源：作者自行归纳整理而得。

在多元化食物供给体系的构建与实践过程中，其内涵日益明晰，核心要义在于从国土资源开发、生产技术迭代与进口渠道拓展等多维度协同发力，重塑中国食物安全保障的整体架构，从而更有效地应对有限耕地资源与持续增长的食物需求之间的矛盾^[6]。在宏观层面，政府通过统筹规划、健全政策支持并严格实施耕地用途管制，引导自然资源的合理开发与有效保护，确保资源配置的科学性与可持续性^[7]。在中观层面，各地区因地制宜，充分发挥差异化资源禀赋与产业结构优势^[8]：沿海地区积极发展深远海养殖，培育海洋渔业比较优势；林地与草原区域则强调森林食品与草原畜牧业的协同推进；大中城市周边大力推广设施农业与智能化生产模式，以提高土地利用效率与供应链响应速度。在微观层面，则注重多元主体的创新与参与，通过鼓励各类农业经营组织在技术研发与规模经营方面的探索，不断提升生产效率^[9]；同时，兼顾小农户和低收入群体等弱势主体的发展权利，保障多元化食物供给体系在包容性与效率之间的平衡。通过上述宏观—中观—微观的多维耦合，实现数量安全、营养健康与生态可持续性的协同增益，为中国粮食安全体系的长远稳固奠定坚实基础。

然而，这一体系的构建并非一蹴而就，在实践中面临着来自技术、市场与制度层面的多重挑战。鉴于此，本文旨在系统梳理构建多元化食物供给体系的紧迫性，深入剖析其面临的现实挑战，并在此基础上提出

① 资料来源：历年《中国农村统计年鉴》。相关数据采用复合年均增长率（Compound Annual Growth Rate, CAGR）计算，公式为：

$$CAGR = \left(\frac{x_{2014}}{x_{1980}} \right)^{\frac{1}{(2014-1980)}} - 1。$$

② 资料来源：历年《中国农村统计年鉴》。鉴于年鉴对“各地区主要农用地情况”暂无 2021 年相关数据，故以 2022 年数据代替。

针对性的路径创新与长效机制建议。

2 构建多元化食物供给体系的紧迫性：耕地约束与消费升级的生态倒逼

构建多元化食物供给体系的战略选择，源于中国当前耕地资源紧约束与食物需求高增长的结构性矛盾^[6]。一方面，耕地数量流失与空间布局失衡不断强化供给侧的刚性约束，耕地质量退化与生态风险叠加使可持续利用前景越发脆弱；另一方面，居民膳食结构虽正向高营养、高品质方向升级，却同时伴生营养失衡与过度消耗的问题，不仅推高资源环境压力，也对国民健康水平的全面提升形成潜在阻碍。如何打破对“耕地-谷物”单一供给思维的路径依赖，充分利用多元化农林牧渔资源、发展现代技术体系并引导科学营养消费，已成为构建高质量食物供给格局、兼顾粮食安全与生态保护的关键议题（图 2）。

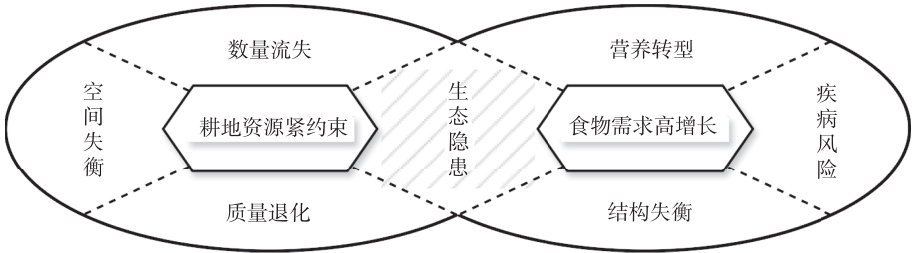


图 2 构建多元化食物供给体系紧迫性的逻辑结构

2.1 耕地资源承载力的结构性风险

2.1.1 数量流失与空间失衡：刚性约束不断强化

近年来，中国耕地资源呈现“总量紧平衡、质量低替代”的基本特征。第三次全国国土调查结果显示，2019 年全国耕地面积为 19.18 亿亩^①，相较第二次调查减少 1.13 亿亩，其中逾 1/4 的流失耕地位于粮食主产区，城市化进程导致的建设用地扩张和其他农用地类型的转化是主要原因（表 1）。尽管通过复垦与土地整治一定程度上实现了补充耕地，但新增耕地多为低产田，很难实现与原有高标准耕地同等同质的替代效果^[10]。事实上，中国耕地质量的总体格局本就存在“优少劣多”的结构性问题，相关研究表明，截至 2015 年，全国优等地与高等地面积合计占比仅为 29.47%，而中等地与低等地面积合计则高达 70.53%，这使得任何高质量耕地的流失都难以得到同等产能的有效补偿^[11]。

表 1 中国国土利用情况变化

单位：亿亩

年份	地区	农用地内部种类结构变化				城镇村及工矿用地			交通运输用地		
		耕地	园地	林地	草地	城市	建制镇	村庄	铁路用地	公路用地	农村道路
2009	全国	20.31	2.22	38.09	43.10	0.53	0.56	2.77	0.06	0.35	0.77
2019		19.18	3.03	42.62	39.68	0.78	0.77	3.29	0.09	0.60	0.71
增减		-1.13	0.80	4.53	-3.42	0.25	0.21	0.52	0.03	0.25	-0.05
2009	粮食主产区	13.40	0.82	19.04	12.06	0.32	0.33	1.86	0.04	0.21	0.49
2019		13.10	1.07	20.53	10.37	0.45	0.45	2.15	0.05	0.32	0.41
增减		-0.30	0.26	1.49	-1.70	0.14	0.12	0.30	0.01	0.12	-0.08

数据来源：《第二次全国土地调查》和《第三次全国国土调查》。

① 1 亩=1/15 公顷。
— 18 —

同时，耕地布局“北扩南缩”趋势越发明显：北方地区占有全国 64% 的耕地，但可利用水资源量仅占 18.28%，且 7~10 级低等耕地比重高达 23.15%，不少还位于生态环境敏感区^[10]；南方地区耕地面积在第二次全国土地调查的基础上再度减少了 1.42 亿亩，全国耕地重心继续向西北地区加速转移，导致全国耕地适宜性整体下降 2.6%^[12]。这种空间错配的深层症结在于质量分布的失衡，相关研究通过面积加权法计算发现，中国耕地质量呈现“中部地区最优、东部次之、东北和西部地区相对较差”的区域分异^[11]。因此，耕地重心的西移北扩，本质上意味着粮食生产正在向水土条件先天不足、平均土地质量更低的区域集中，这无疑加剧了保障粮食安全的资源环境压力。

2.1.2 质量退化与生态隐患：可持续发展挑战严峻

在耕地面积整体减少的同时，过去通过高投入、高强度耕作提升单产的方式也使耕地质量与生态压力同步加剧。一方面，过度开垦与化肥、农药的密集施用加速了土壤有机质流失、板结及污染等问题。以东北黑土区为例，近 60 年来其耕作层有机质含量下降约 1/3，耕作层土壤容重较自然黑土高出近 60%^[13]。过去 20 年，全国化肥和农药投入总量持续攀升，区域差异显著，部分西部与东部省份（如新疆、河北、青海、陕西）投入强度尤高^[14]。当土壤生态功能被削弱后，农户往往依赖更高的要素投入来弥补产能缺口，陷入“退化—投入—再退化”的恶性循环。

另一方面，新开发耕地多位于生态敏感区或低等级田块，为维系基本产能所需的水土与环境成本更高。据统计，2000—2020 年东北地区约 62.84% 的新增耕地分布于生态脆弱区，其中 58.54% 的田块为 6~10 级耕地，单位面积产出效率明显低于传统农业优势区^[15]。与此同时，粮食主产区在 2000—2018 年净转出 416.02 万公顷耕地用于建设用地，并将林地、草地和未利用地合计 243.08 万公顷转为耕地；仅 2018 年，因保障粮食安全而导致的生态系统服务价值损失就高达 34 884.74 亿元，其中维持不变耕地面积的损失占比达 82.90%^[16]。若无法及时拓展更具生态兼容性的食物来源与供给模式，土地退化与生态风险势必成为农业可持续发展和食物多元化供给的核心瓶颈。

2.2 食物消费升级的双重压力

2.2.1 营养转型与疾病风险：健康负担持续攀升

随着居民收入水平提升与健康意识增强，中国膳食结构正由“单一化生存型”向“多样化健康型”转变：谷薯类主食占比显著下降，蔬菜、水果和动物性食品等高营养食品消费不断攀升；然而，畜禽肉类的过量消费也在拉大膳食结构的失衡程度。如表 2 所示，早在 2013 年，中国居民人均日畜禽肉消费量已超过《中国居民膳食指南（2022）》建议上限，此后仍持续上行；截至 2023 年，人均日畜禽肉消费量达 202.12 克，超过推荐量上限 2.7 倍，其中猪肉占比最高，达 41.34%。与此相对，水产品与蛋类日人均消费量直到 2023 年才接近指南下限，水果、奶及奶制品的摄入更是大幅低于推荐水平。其直接后果是微量营养素摄入严重不足（如维生素 A、维生素 C、钙的摄入量尚不足指南推荐量的一半）、脂肪供能比超标以及健康饮食得分偏低（表 3），从而推高肥胖、心血管疾病、糖尿病等慢性疾病风险。相关研究显示，与饮食相关的疾病负担正以年均 0.23% 的速度增长^[17]。因此，仅仅提高传统粮食产量难以应对结构性约束，亦不足以降低慢性病和公共卫生风险。

表 2 中国居民人均食物消费量及膳食指南推荐摄入量

单位：克/天

食品类别	膳食指南（2022 年）推荐摄入量	人均食物消费量		
		2013 年	2018 年	2023 年
谷类	200~300	380.55	318.63	330.41
薯类	50~100	6.30	7.12	7.67
蔬菜类	300~500	260.00	254.79	301.10

(续)

食品类别	膳食指南（2022 年）推荐摄入量	人均食物消费量		
		2013 年	2018 年	2023 年
水果类	200～350	103.29	133.15	166.58
动物性食物	120～200	385.06	564.89	780.43
畜禽肉类	40～75	89.59	148.38	202.12
猪肉	—	54.25	62.47	83.56
牛肉	—	4.11	5.48	8.49
羊肉	—	2.47	3.56	4.66
禽类	—	17.53	24.66	33.97
水产品	40～75	28.49	31.23	41.64
蛋类	40～50	22.47	26.58	41.10
奶及奶制品	300～500	32.05	33.42	36.16
大豆及坚果类	25～35	—	—	—
坚果类	10	8.22	9.59	—
油	25～30	34.79	26.30	27.40
食糖	—	15.07	3.56	3.29

注：人均食物消费量按照 365 天折算，蔬菜类数据按鲜菜计算，水果类包括鲜瓜果，动物性食物由畜禽肉类、水产品和蛋类加总而得；自 2022 年起不再发布“坚果类”指标数据。膳食指南中没有猪肉、牛肉、羊肉和禽类的具体推荐量；亦没有食糖的具体推荐量，只说“添加糖不是膳食组成的基本食物，烹饪使用和单独食用时应尽量避免”。

数据来源：作者根据历年《中国统计年鉴》计算所得。

表 3 中国居民营养素人均摄入量、宏量营养供能比与膳食平衡

指标	膳食指南（2022 年）推荐摄入量	2013 年	2018 年	2023 年
维生素 A/（微克/天）	766	265.175 4	279.492 3	358.513 1
维生素 C/（微克/天）	187	56.950 69	58.065 76	69.230 13
钙/（毫克/天）	859	345.900 2	342.683 1	409.238 4
硒/（微克/天）	64.9	32.088 33	32.862 5	40.708 16
锌/（微克/天）	12.8	10.761 37	10.215 29	11.876 66
总能量/（千卡/天）	1 600～2 400	2 212.48	1 951.76	2 178.85
碳水化合物供能比/%	50～65	61.69	58.95	56.04
脂肪供能比/%	20～30	27.16	28.76	30.89
蛋白质供能比/%	10～15	11.15	12.29	13.07
中国健康饮食指数/分	0～70	36.21	41.13	45.18

注：表中碳水化合物、脂肪和蛋白质供能比代表该营养素能量占膳食总能量的比重（%）；由于数据缺乏全谷物和杂豆、大豆及坚果类、钠盐和酒精的消费量，故所计算中国健康饮食指数（CHEI）总分为 70 分。

数据来源：作者根据历年《中国统计年鉴》计算所得。

2.2.2 结构失衡与环境足迹：可持续膳食任务艰巨

食物消费的转型升级同样对生态环境带来潜在冲击。食物生命周期涵盖生产、加工、运输、储存及消费烹饪等各个环节，每一环节均会产生温室气体、废水废渣和富营养化物质排放，其中化肥施用、动物肠道发酵和粪污处理是最主要的排放源。当前，农业已成为中国第二大温室气体排放源，其中畜牧业排放尤为突出，动物肠道发酵和粪污处理环节合计占农业温室气体排放总量的 60%以上^[18]。统计数据显示，1990—2019 年，中国由食物消费所带来的温室气体排放、淡水资源消耗、酸化和富营养化排放量以年均 2.71%～

4.06%的速度递增^[17]。特别需要指出的是,反刍动物(牛、羊)在畜牧业碳排放和氨排放中占据主导地位,牛肉、羊肉和牛奶合计贡献了畜牧业温室气体排放的80%、氨排放的75%^[19]。因此,若能通过适度调控高碳足迹的红肉摄入,并以植物蛋白质等低碳足迹产品作为替代,不仅有助于缓解慢性病风险,也可有效降低因食物消费引致的生态环境负荷^[20]。然而,要实现健康与生态效益的双赢,仍需完善从生产端到消费端的系统性政策与协同治理,对中国而言亦是一项紧迫而艰巨的可持续膳食任务。

3 构建多元化食物供给体系面临的现实挑战

前文所揭示的耕地资源刚性约束与食物消费升级双重压力,深刻论证了构建多元化食物供给体系的紧迫性与必要性。然而,战略目标的明确并不等同于实践路径的畅通。将这一宏大构想从顶层设计有效传导至落地执行,仍需克服一系列根植于现实的障碍。因此,本章将聚焦实践层面,深入剖析当前体系在技术、市场与制度层面所面临的核心挑战,以期为后续的路径创新提供精准靶点(图3)。

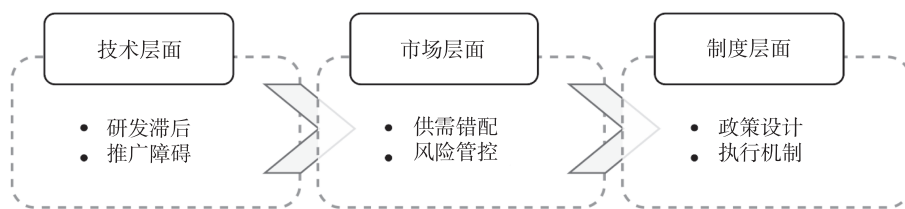


图3 构建多元化食物供给体系面临的现实挑战

3.1 技术层面：研发滞后与推广障碍并存

第一,育种创新与生态模式研究不足。多元化食物供给体系的核心在于作物、畜禽、水产、微生物等多领域并举,然而当前中国在新品种选育与生态复合式生产模式研发方面尚显薄弱。一方面,农业育种基础相对薄弱,特色领域和关键技术仍有“卡脖子”风险。近年来中国农作物新品种审定数量虽快速增长,但主要集中于水稻、小麦、玉米等主粮作物;在豆类、杂粮及畜禽、水产、微生物等领域的专利与审定成果相对滞后。以食用菌为例,云南省直到2017年才正式启动新品种认定,至2024年仅38个品种通过省级鉴定,多数缺乏生产性能测试,科研与企业协同不足导致成果转化率低^[21]。畜禽产业同样存在关键领域投入碎片化、技术迭代速度不高等问题,核心种源自给率虽达75%,但在基因编辑、分子设计等高端技术方面仍亟待突破^[22]。另一方面,多元化食物供给主张的立体化、复合式生产模式目前缺乏成熟的技术标准与系统性研究。2023年,全国稻渔综合种养面积已增至299.36万公顷,主要分布在长江经济带11省;然而近十年来上述地区产量波动较大,区域差异不断扩大,尚未形成可规模化推广的技术模式^[23]。在西北干旱-半干旱区,农林复合经营虽有助于提升土地承载力与生态恢复,但类型区划、模式评价体系及推广渠道等方面均存在明显短板^[24]。此外,“双碳”目标下的种养结合循环农业在碳排放、碳汇核算与跨学科协同研究方面仍相对薄弱,尤其与欧美等发达国家相比,中国在畜禽粪污资源化、草畜结合、低碳饲养等领域的成熟经验模式与固碳减排技术储备上仍有较大差距^[18],缺乏可量化、可操作的产业化推广路径。总体而言,现有科研尚未对“耕地-林地-草地-水域”交叉带的复杂性提出系统化、可推广的解决方案,难以为多元化供给目标提供坚实的技术支撑。

第二,基层农技服务供给与经营主体需求错位。一方面,县乡农业推广体系普遍面临“人少、事多、专业窄”的窘境,相当数量的乡镇农技站处于“空壳化”状态,既缺少足量的专业人员,也缺乏林下经济、休闲农业或水产养殖等领域的必要知识储备^[25],难以为多元化产业提供精细化技术指导。另一方面,新型经营主体与农户对新技术的需求旺盛,却难以获得有效对接。调查显示,农户在八大关键农业技术推广领域的平

均供求契合度仅 14.98%，其中资源生态安全、防灾减灾和农产品收储加工相关的技术对接率仅 1.75%~4.09%^[26]。多元化品种往往伴随更高投入与技术门槛，中低资本农户在缺少保险或信贷等风险分担机制的情况下，往往放弃采用新技术；即便采用“龙头企业+合作社+农户”模式，信息不对称和技术标准缺位仍普遍存在，企业无法获得稳定原料供应，农户也缺乏针对性技术培训与推广动力。上述因素共同导致新模式与新技术在基层的扩散受阻，不利于多元化生产形成规模化发展态势。

3.2 市场层面：供需错配与风险管控难题

第一，消费认知不足与流通体系不完善。多元化食物供给体系主张通过优化膳食结构、拓宽优质蛋白质与果蔬豆类供应来提升居民健康水平并分散粮食安全风险。然而，受饮食文化与消费理念更新滞后等因素影响，居民对全谷物、高纤维豆类等接受度有待提升^[27]，而对于昆虫蛋白质等新兴食物来源，消费者的接受程度则普遍偏低^[28]。相关研究指出，食物“恐新症”是影响消费者采纳意愿的关键心理障碍^[29]，这成为昆虫食品市场推广的主要瓶颈。同时，林下产品、特色水产及豆制品等品类多样、生产季节性强，亟待完善冷链运输、储藏加工和跨区域流通体系，但现有批发市场和物流网络尚难以满足上述需求。此外，不少多元化产品尚未形成如大宗粮油般成熟的分级、认证及品牌营销体系^[30]，消费者对其安全性和来源可信度存疑，也进一步抑制了消费需求的规模化与持续化。

第二，进口渠道高度集中与外部冲击风险加剧。中国部分农产品进口依存度持续攀升，但进口来源集中度同步提高，国际市场波动对国内供给安全的影响日益突出。数据显示，2003—2010 年，美国、阿根廷、巴西三国在中国主要农产品进口总额中合计占比约 50%；2010 年之后，巴西对中国出口占比迅速提高，每年均超过 20%，美国维持在 10%~20%，阿根廷、加拿大、澳大利亚等则作为补充渠道。若分食品类别，谷物、肉类、油料、水产品等均主要依赖少数传统出口国，其中 2023 年谷物进口前三位（巴西、美国、澳大利亚）合计占比 56.42%，肉类前三位（巴西、美国、澳大利亚）达 55.19%^①。在地缘政治冲突、贸易保护主义或重大公共卫生事件等因素叠加影响下，进口来源单一极易放大供应链风险。近年来俄乌冲突及中美贸易摩擦已表明，饲料原料和肉类等进口商品出现阶段性紧缺与价格剧烈波动；而中国尚未建立完备的替代生产体系，国内对这些农产品需求仍在持续攀升，供给安全的潜在风险也在进一步放大。

3.3 制度层面：政策设计与执行机制的双重制约

第一，非粮产业支持政策体系尚待健全。中国农业政策体系在保障国家粮食安全方面发挥了关键作用，特别是在稳定水稻、小麦、玉米等主粮供给方面，通过耕地地力保护补贴、最低收购价、良种补贴等一系列政策措施，有效确保了主粮播种面积和产量，为实现谷物基本自给奠定了坚实基础。然而，对于豆类、杂粮、特色经济林产品、深远海养殖及食用微生物等多元化食物来源，当前缺乏与之相匹配的、系统性的政策支持体系。具体而言，这些非粮产业在财政投入、税收优惠、金融信贷、风险保障及技术推广等方面，尚未形成如主粮般完善的普惠性激励机制，导致其发展动力相对不足^[31]，难以充分释放增长潜力。此外，现行土地利用管理制度在操作层面仍需进一步细化和完善，以更好地适应农林牧渔复合经营等新型业态的需求。尽管《土地管理法》《粮食安全保障法》等对耕地用途管制有明确原则，但在具体实施中，针对非传统食物生产模式的用地分类标准、审批流程与权益保障机制尚不够清晰，有时可能限制了地方政府在保障主粮生产的同时，灵活支持高效、生态复合型非粮产业发展的空间，从而阻碍了多元化食物供给体系的全面拓展^[32]。

第二，执行机制跨部门协同不足与考核体系较为单一。多元化食物供给体系在实践层面往往涉及农业、自然资源、生态环境、财政等多部门协同，但部门职能存在分割现象，审批与监管流程相对冗长；由于缺乏

① 数据来源：UN Comtrade 数据库。食品类别参考中国统计年鉴食品消费量指标进行定义，食品类别的贸易 HS 编码分别为谷物（10）、蔬菜（07）、肉类（02）、水产品（03）、蛋类和奶类（04）、干鲜瓜果类（08）、食糖（17）；进口金额按美元计算。

高效的统筹协调机制，各地在开展农林牧渔复合开发以及发展林地、草地、深远海等非传统食物资源时仍面临诸多制度阻力。此外，现行绩效考核指标仍局限于粮食播种面积、产量、储备等数量性目标，对于品种结构、营养品质与价值链延伸等方面的考核尚缺乏系统设计^[33]。虽然近年在生态文明建设中陆续纳入耕地保护率、化肥农药利用率等指标，但“多元化食物供给”在营养与生态层面的内涵尚未得到应有重视。地方政府普遍面临在“保粮”政治责任与经济效益间平衡的现实难题，难以将更多资源配置给非粮产业与新型模式，进一步加剧了多元化供给落地的障碍。

总体来看，技术层面的创新滞后与转化不畅、市场层面的供需错配与风险积聚、制度层面的支持不足与协同不力，共同构成了当前制约多元化食物供给体系建设的“三重困境”。这三者相互交织、互为因果，形成了系统性的瓶颈。因此，破解此困局，必须超越单一环节的修补，采取系统化的思维，从顶层到底层执行进行全面重塑。

4 构建多元化食物供给体系的对策建议

4.1 技术维度：夯实创新根基、畅通转化渠道

第一，强化上游创新源头供给，夯实多元化种质与模式研发基础。一是实施差异化育种攻关战略。在持续巩固主粮育种领先优势的基础上，积极设立国家级“特色生物资源育种专项”，重点围绕豆类、杂粮、特色经济林、地方畜禽、优质水产和食用微生物等领域，加强种质资源的鉴定、保护与创新利用，集中攻克生物育种、基因编辑等关键核心技术，着力构建自主可控的多元化种源体系。二是系统推进复合生态模式协同研发。强化农业、林业、生态、气象等多学科交叉融合，组建跨部门、跨机构的协同研发平台，聚焦稻渔共生、林下种养、农牧循环、草地修复等典型模式，构建覆盖全产业链的技术标准体系与环境效益评价体系。通过建设国家级生态农业示范区，探索并推广一批可复制、可推广的区域综合技术解决方案。

第二，重构下游技术转化渠道，打通科技成果落地“最后一公里”。一是深化基层农技推广体系改革。针对现行农技推广体系存在人员结构单一、专业能力不足的突出问题，结合地方特色产业发展实际，为县乡农技推广机构合理扩充编制，积极引进林学、水产、生态学等跨领域专业人才。同时，大力推进“互联网+农技”服务模式创新，建设集在线诊断、远程培训、专家对接、政策推送等功能于一体的数字化农技服务平台，切实提升基层技术服务的精准性与覆盖面。二是构建市场导向的技术集成示范网络。着力解决当前技术成果碎片化、农户采纳风险较高的难题，鼓励“龙头企业+科研院所+合作社”联合组建产业技术联盟，打造技术集成、中试熟化、标准制定、示范推广、订单生产全流程的综合服务平台。积极推广“科技小院”成功模式，强化多方资源集聚与生产一线深度融合，破解技术成果与生产需求脱节难题，为各类典型生态区综合示范园建设提供可复制的样板。探索将先进技术整合为经济可行的商业模式，并配套农业保险和信贷担保等金融服务，切实降低经营主体应用技术成果的成本和风险，加快创新成果的规模化落地与推广应用。

4.2 市场维度：畅通供需内循环、稳定全球外贸供给

第一，双轮驱动激活国内市场，畅通多元化产品供需内循环。一是强化供给侧现代化流通体系建设。加快布局冷链物流、产地仓储及精深加工设施，重点畅通林下产品、特色水产等季节性强、保鲜要求高的产品流通渠道。积极构建非主粮产品质量分级、安全认证与品牌标识体系，培育推广一批类似“赣南脐橙”“五常大米”等知名区域公用品牌，充分发挥品牌溢价作用，并借助数字化技术实现全流程可追溯，持续提升产品附加值与市场竞争力。二是推动需求侧膳食消费观念优化。加强农业农村、卫生健康、教育、宣传等部门协同联动，常态化开展“国民营养计划”“健康膳食周”等科普宣传活动，提升公众对全谷物、植物蛋白质、食源性营养和可持续消费的科学认知。鼓励学校、医院及机关企事业单位食堂率先推行多元化健康供餐模式，探索建立绿色健康食材采购消费积分激励制度。借鉴日本《食育基本法》的成功经验，将营养教育上升

至国家战略高度,强化法律政策保障,在学校、社区等领域系统开展全民膳食教育与引导。

第二,优化全球资源利用格局,构筑稳固多元的外部安全屏障。一是加快推进关键农产品进口渠道多元化。针对大豆、肉类等对外依存度较高的农产品,在巩固与巴西、美国等传统贸易伙伴合作的基础上,加快拓展与共建“一带一路”国家等潜力区域的长期稳定合作关系。充分借鉴近年来自俄罗斯、坦桑尼亚进口大豆及扩大中亚肉类市场准入的实践经验,通过签署自贸协定、优化检验检疫程序等举措,有效降低地缘政治风险及市场波动可能带来的供应链中断风险。二是稳步实施更高水平农业“走出去”战略。鼓励优势农业企业积极参与全球农业资源配置,通过海外直接投资、共建农业园区、订单农业等方式,加快建立境外生产、加工及仓储基地,提升关键上游资源掌控能力。探索形成境外生产、进口贸易与国内生产相互补充、灵活衔接的应急调控体系,构建更加安全、可靠且具备较强韧性的全球食物供应链网络。

4.3 制度维度:优化顶层设计、健全执行机制

第一,优化顶层制度设计,强化政策引导与法律支撑。一是构建更加包容的农业支持政策体系。在坚守粮食安全底线基础上,探索设立豆类、杂粮、林下经济及深海养殖等非粮产业专项补贴,开通专门的信贷与保险渠道,通过生态补偿机制引导经营主体广泛采用资源节约、环境友好型生产方式。总结推广浙江“两山银行”等先进经验,利用市场化手段盘活生态资源资产,推动林下经济和生态养殖产业价值实现,为生态产品价值转化提供可复制的制度创新范本。二是适时推动相关法律法规的修订完善。在总结试点经验基础上,积极推进《粮食安全保障法》《土地管理法》等法律法规的修订完善,适时出台配套实施细则,从法律层面明确多元化食物供给战略地位,为农林牧渔复合经营等新业态提供规范清晰的用地支持和权益保障。

第二,创新跨部门协同治理,健全地方激励与监督机制。一是强化跨部门协同联动。推动建立由中央层面统筹协调的农业农村、自然资源、生态环境、林草、海洋等部门常态化沟通协作机制,统筹产业规划、资源配置、监管标准,有效破解多头管理、政出多门的现实困境。二是完善地方政府绩效考核评价体系。在现行“粮食安全省长责任制”考核中,增设农作物品种多样性、优质蛋白质自给率、食品营养结构优化度等多元化指标,并将考评结果与财政资金奖励挂钩,引导地方政府由单一“保数量”向“保数量、保多样、保质量”全面转变。同时,积极引入第三方评估机构与社会监督力量,提升政策执行透明度和公平性,确保相关政策措施有效落实落地。

5 小结

在全球粮食安全格局深刻重塑的背景下,推动中国食物供给体系向多元化转型,已成为破解耕地资源刚性约束、顺应居民消费结构升级的战略抉择。然而,要将这一战略构想有效落地,仍需系统应对种源技术创新滞后、市场供需错配突出和制度保障机制不完善等现实难题,探索统筹安全、营养与生态等多重目标的有效路径。本文在深入剖析中国构建多元化食物供给体系的现实紧迫性与核心挑战的基础上,系统性地提出了涵盖“路径创新”与“长效机制”的综合应对策略,并从技术维度的创新转化、市场维度的内外循环以及制度维度的顶层设计三个层面,明确了具体的优化方向与政策建议。当然,构建多元化食物供给体系是一项复杂的系统工程,既非一朝一夕之功,也不可能一劳永逸。这不仅有赖于政策的持续引导与资源的稳定投入,更需要在实践中不断优化技术路径、市场模式和治理体系,坚持系统思维,协同推进,从而为国家食物安全战略提供坚实可靠的支撑。

参考文献

[1] IPCC. Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land

- management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [M]. Geneva: IPCC, 2019.
- [2] LIN F, LI X, JIA N, et al. The impact of Russia-Ukraine conflict on global food security [J]. Global Food Security, 2023, 36: 100661.
- [3] 刘帅. 大食物观视角下我国饲料粮进口依存度的统计分析及应对策略 [J]. 中国饲料, 2024 (18): 165-168.
- [4] 蓝红星, 李芬妮. 基于大食物观的“藏粮于地”战略: 内涵辨析与实践展望 [J]. 中州学刊, 2022 (12): 49-56.
- [5] FAN S, CHEN K Z, ZHAO W, et al. 2024 China and global food policy report: building a sustainable and diversified food supply to foster agrifood systems transformation [R]. Beijing: Academy of Global Food Economists and Policy, 2024.
- [6] 杨鑫, 刘凯. 多元化食物供给体系的概念界定与构建对策 [J]. 中国农业大学学报, 2024, 29 (10): 72-84, 337.
- [7] 孔祥斌, 陈文广, 温良友. 以耕地资源三个安全构筑大国粮食安全根基 [J]. 农业经济与管理, 2022 (3): 1-12.
- [8] 刘知宜, 蔡茂楷. 因地制宜构建多元化食物供给体系 [N]. 农民日报, 2024-05-15 (8).
- [9] 龚斌磊, 王硕, 代首寒, 等. 大食物观下强化农业科技创新支撑的战略思考与研究展望 [J]. 农业经济问题, 2023 (5): 74-85.
- [10] 韩杨. 中国耕地保护利用政策演进、愿景目标与实现路径 [J]. 管理世界, 2022, 38 (11): 121-131.
- [11] 尚延超. 中国耕地等别数量和空间分布特征研究 [J]. 世界农业, 2018 (10): 230-235, 242.
- [12] 黄海潮, 温良友, 孔祥斌, 等. 中国耕地空间格局演化对耕地适宜性的影响及政策启示 [J]. 中国土地科学, 2021, 35 (2): 61-70.
- [13] 中国科学院. 东北黑土地白皮书 (2020) [M]. 北京: 科学出版社, 2021.
- [14] 宋恒飞, 辛良杰. 中国耕地利用强度分化特征及影响因素研究 [J]. 农业工程学报, 2021, 37 (16): 212-222, 303.
- [15] WANG J, LIU Z, LI Z, et al. Identify the spatial-temporal pattern of the increased cultivated land and its vulnerability in Northeast China from 2000 to 2020 [C]. Vienna: EGU General Assembly, 2024.
- [16] 罗海平, 潘柳欣, 胡学英, 等. 我国粮食主产区粮食安全保障的生态代价评估: 2000—2018 年 [J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36 (1): 1-7.
- [17] YE B, XIONG Q, YANG J, et al. Adoption of region-specific diets in China can help achieve gains in health and environmental sustainability [J]. Nature Food, 2024, 5 (9): 764-774.
- [18] 励汀郁, 王明利. 畜牧业助力“双碳”目标实现路径研究: 基于不同国家的经验比较与启示 [J]. 世界农业, 2023 (1): 5-16.
- [19] RIPPLE W J, SMITH P, HABERL H, et al. Ruminants, climate change and climate policy [J]. Nature Climate Change, 2014, 4 (1): 2-5.
- [20] 唐博文. 从国际经验看中国农业温室气体减排路径 [J]. 世界农业, 2022 (3): 18-24.
- [21] 赵春艳. 云南省食用菌种业发展现状、问题和对策建议 [J]. 中国种业, 2025 (2): 33-37, 41.
- [22] 司瑞石, 谭永凤, 刘明月. 畜牧业高质量发展与高水平安全良性互动: 理论逻辑、现实梗阻与破解路径 [J]. 农业经济问题, 2025 (3): 110-126.
- [23] 吴华英, 王培健. 大食物观下长江经济带稻渔综合种养时空演变与推进路径 [J]. 农林经济管理学报, 2025: 1-10.
- [24] 唐夫凯, 齐丹卉, 卢琦, 等. 中国西北地区农林复合经营的保护与发展 [J]. 自然资源学报, 2016, 31 (9): 1429-1439.
- [25] 白涛. 农业社会化服务中绿色生产技术采纳的现实障碍及对策实证研究 [J]. 数字农业与智能农机, 2024 (9): 88-90.
- [26] 赵玉姝, 焦源, 高强. 不同农业经营主体农业技术供需契合度研究 [J]. 科技管理研究, 2015, 35 (13): 102-107.
- [27] PEI Q, CHEN C, BAI H, et al. Trends and characteristics of the whole-grain diet [J]. The American Journal of Chinese Medicine, 2024, 52 (7): 1969-1987.
- [28] ABDULLAHI N, IGWE E C, DANDAGO M A, et al. Consumption of edible-insects: the challenges and the prospects [J]. Food Science Technology Journal, 2021, 3 (1): 1-24.
- [29] 侯梦婷, 胡家香, 刘爱军. 世界昆虫食品产业发展现状及问题研究 [J]. 世界农业, 2019 (4): 13-19.
- [30] YAN D, LIU X, HAO X, et al. Tracing environmental impacts of grain losses along the supply chain in the North China Plain: an integrated framework [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2023, 189: 106771.
- [31] 田旭, 龙文进, 樊胜根. 以大农业观与大食物观为指导助力多元化食物供给保障体系构建 [J]. 中国发展, 2024, 24 (1): 35-40.
- [32] 李欣雨. 粮食安全背景下耕地种植用途管制制度研究 [J]. 粮食问题研究, 2025 (2): 15-18.
- [33] 樊胜根, 田旭, 龙文进. 大食物观下我国食物供求均衡的挑战与对策 [J]. 华中农业大学学报 (社会科学版), 2024 (2): 1-9.

Innovative Pathways and Long-term Mechanisms for Building a Diversified Food Supply System in China

ZHAO Qiran LI Xinrong

Abstract: Amid compounded pressures from global climate change, geopolitical conflicts, and intensifying domestic resource-environment constraints, the global food security landscape is undergoing a profound transformation. China’s traditional food supply model, centered on a “farmland-grain” nexus, has effectively ensured quantitative security. However, its limitations are increasingly apparent in meeting diverse objectives such as upgrading consumption structures, satisfying nutritional health needs, and achieving ecological sustainability. Against this backdrop, adopting the big food concept and constructing a diversified food supply system have become the strategic core and an imperative for ensuring national food security in the new era. This study systematically analyzes the dual pressures from rigid arable land constraints and the ongoing dietary transition of residents. It delves into three critical bottlenecks impeding the food supply transition: inadequate technological innovation, inefficient market supply-demand circulation, and lagging institutional frameworks. Accordingly, this paper proposes a multi-dimensional approach: from the technology dimension, focusing on germplasm R&D and ecological farming model innovation; from the market dimension, optimizing domestic and international supply-demand systems; and from the institutional dimension, improving policy support and collaborative governance mechanisms. The objective is to comprehensively enhance the resilience and sustainability of China’s food security system.

Keywords: Diversified Food Supply System; Arable Land Constraints; Consumption Structure Upgrading; Pathway Innovation

(责任编辑 李 辉 张雪娇)

全球视角下农业食物系统低碳转型： 进展、挑战与对策

◆ 冯晓龙^{1,2} 许雪珍²

(1. 中国农业大学全球食物经济与政策研究院 北京 100083;

2. 中国农业大学经济管理学院 北京 100083)

摘要：农业食物系统低碳转型对实现《巴黎协定》目标意义重大，已成为全球应对气候变化的焦点议题。本文基于全球视角，聚焦水稻、畜牧业、能源、减少食物损失浪费、膳食结构转型和生态系统等减排固碳关键领域，系统分析了农业食物系统低碳转型的进展、挑战与对策。全球农业食物系统低碳转型进展体现为供给侧技术和管理改进、需求侧食物消费转型升级，以及生态系统碳汇潜力扩大。同时，转型战略目标、政策体系、行动实践、技术创新取得显著进展。但总体来看，农业食物系统低碳转型仍面临国际承诺认识不足、战略规划与制度政策缺位、资金不足、方法支撑体系尚未健全等挑战。农业食物系统低碳转型是系统工程，未来需要实现供需两端减排协同，持续扩大生态系统碳汇能力，以增强全球承诺共识、制定国家战略和行动方案、创新转型投融资体系和构建评估方法支撑体系等为主要抓手，系统推进农业食物系统低碳转型。

关键词：农业食物系统；低碳转型；进展；政策

DOI：10.13856/j.cn11-1097/s.2025.10.003

1 引言

农业食物系统（以下简称农食系统）涵盖农业投入品制造、农业生产、土地利用变化、食品加工、包装、运输和零售，以及家庭消费和农食系统废弃物处理等一系列关联活动，不仅是食物供给的基础，也是温室气体排放的重要来源。研究表明，农食系统贡献了全球温室气体排放量的1/3^[1-2]，其中农业生产环节是农食系统温室气体排放的最大来源，占比达到39%，土地利用及其变化活动、供应链活动分别占32%、29%^[1]。联合国政府间气候变化专门委员会第六次评估报告提出，1990—2018年农食系统温室气体排放量从每年140亿吨二氧化碳当量(CO₂e)增加到170亿吨，增长了21.4%^[3]。中国作为全球农产品和食物生产、消费和进出口大国，其农食系统温室气体排放规模不容忽视。联合国粮农组织(FAO)数据显示，2022年

收稿日期：2025-06-09。

基金项目：中国农业大学2115人才工程资助，国家自然科学基金国际(地区)合作与交流项目“全球背景下优化中国农业补贴促进农业食物系统转型”(72061147002)。

作者简介：冯晓龙(1987—)，男，陕西渭南人，博士，副教授，研究方向为农业经济理论与政策、资源与环境经济学 E-mail: xlfeng@cau.edu.cn；许雪珍(2000—)，女，福建龙岩人，博士研究生，研究方向为农业经济理论与政策。

中国农食系统温室气体排放量相较于 1990 年增长了 77.05%，达到 23.42 亿吨 CO₂e，其中农业产前、产后环节占比合计高达 59.70%，高于农业生产环节（40.30%）。中国占全球农食系统温室气体排放量的占比从 1990 年的 8.7% 上升至 2022 年的 14.42%^①。预计未来农食系统温室气体排放量将伴随全球人口和食物消费需求增长而持续上升，到 2050 年排放量增幅可达 60%~90%^[4]。即使全球现在立即停止化石燃料的排放，当前农食系统的庞大排放量仍可能对 21 世纪末全球 1.5℃ 和 2℃ 的气候目标实现构成阻碍^[5]。因此，农食系统低碳转型势在必行，对于如期实现《巴黎协定》目标意义重大。

自 2015 年《巴黎协定》以来，农食系统低碳转型受到国际社会的广泛重视^[4]，在国家自主贡献（NDC）中的作用日益突出。作为《巴黎协定》的核心履约机制，几乎所有缔约方国家在其 NDC 中将农食系统确定为减缓气候变化（91%）的优先事项^[6]，凸显了农食系统低碳转型作为气候变化解决方案的巨大潜力。国际社会在农食系统低碳转型方面达成共识，采取多项重要行动（表 1）。联合国食物系统峰会将农食系统转型置于全球政策议程首位。FAO 发布多项战略计划，促进全球农食系统低碳转型行动落地落实。《联合国气候变化框架公约》缔约方会议也将农食系统减排纳入全球气候行动框架，并发布首个关于农食系统与气候变化的宣言。世界银行持续加大对农食系统转型的气候融资支持。2015 年以来，中国高度重视农业绿色发展，制定和实施了多项与农业绿色低碳相关的战略，包括农业绿色发展、“双碳”目标、农业农村减排固碳等。2015 年 6 月、2021 年 10 月，中国先后提交《强化应对气候变化行动——中国国家自主贡献》《中国落实国家自主贡献成效和新目标新举措》，在 NDC 中提出农业减排增效、生态系统碳汇、可再生能源发展等新举措，正在为全球农食系统低碳转型做出积极贡献。

表 1 国际社会推动农食系统低碳转型的共识与行动

名称	年份	行动/倡议	主要内容
联合国	2021	联合国食物系统峰会	实现更健康、更可持续和更公平的农食系统
	2022	食物系统协调中心	促进和支持农食系统转型行动，加速实现 2030 年议程
	2023	食物系统峰会阶段成果总结推进大会	100 多个国家提交农食系统转型进展报告
FAO	2018	《可持续粮食系统：概念和框架》	指出农食系统环境可持续性取决于确保对自然环境的影响是积极的或中性的
	2021	《2022—2031 年战略框架》	推动农食系统更高效、更包容、更有韧性且更可持续的转型，实现更好生产、更好营养、更好环境和更好生活
	2022	《2022—2031 年气候变化战略》	建成可持续、低排放、适应气候变化的农食系统
	2023	《全球路线图》	推动农食系统转型，旨在到 2030 年减少 25% 温室气体排放、2035 年实现碳中和、2050 年转化为净碳汇部门
《联合国气候变化框架公约》	2021	第 26 届联合国气候变化大会	国际做出了与农业、林业和其他土地利用相关的计划和承诺，签订《关于森林和土地利用的格拉斯哥领导人宣言》《全球甲烷承诺》
	2022	第 27 届联合国气候变化大会	农业和粮食安全成为重点议题，确定了在农业和粮食安全方面联合实施气候行动，发起促进粮食与农业可持续发展转型、气候行动与营养倡议
	2023	第 28 届联合国气候变化大会	首次认识到农食系统在应对气候变化中的重要性；设立“粮食、农业和水”主题日，签署《关于韧性粮食体系、可持续农业及气候行动的阿联酋宣言》
	2024	第 29 届联合国气候变化大会	延续对农食系统的关注，呼吁各国将农食系统全面纳入 NDC；FAO 与主席国联合发起“巴库农民与气候和谐发展倡议”；《减少有机废物中甲烷宣言》启动

① 数据来源：联合国粮农组织，<https://www.fao.org/faostat/en/#data/GT>。

(续)

名称	年份	行动/倡议	主要内容
世界银行	2016	《气候变化行动计划（2016—2020）》	将农食系统列为深化和扩大气候变化行动的六大优先领域之一，执行期间提供超过 830 亿美元气候融资
	2021	《气候变化行动计划（2021—2025）》	优先支持农食系统的气候减缓与适应机遇；承诺将气候融资比例从 28% 提高到平均 35%，至少 50% 用于气候适应

农食系统低碳转型是全球关注的热点话题。早期研究主要关注农业生产环节的碳排放测算，随后扩展到食品加工、运输、消费等全链条分析^[1,4,7]。围绕农食系统低碳转型的关键领域，学者们已经关注到种植、养殖、能源、膳食等方面，并从政策工具、产业结构调整、技术创新等角度提出政策建议^[8-11]。然而，现有研究主要从国别视角出发，归纳欧美等发达国家或地区在农食系统单一领域的实践经验，却较少基于全球视野归纳农食系统减排固碳的整体进展，也缺乏对于中国农食系统低碳转型进展与挑战的讨论。另外，已有文献对农食系统低碳转型所面临的挑战分析不足，提出的政策建议针对性不强。因此，本文从全球视角出发，结合中国实际，构建农食系统减排固碳分析框架，系统梳理水稻、畜牧业、能源、食物损失浪费、膳食结构、生态系统等重点领域的转型进展，从承诺共识、制度政策、资金技术等维度剖析农食系统低碳转型面临的现实挑战，进而提出未来推动农食系统低碳转型的对策。

2 农食系统低碳转型进展

全球农食系统低碳转型进展体现为供给侧技术和管理改进、需求侧食物消费转型升级，以及生态系统碳汇潜力扩大^[2,12-14]。与此同时，转型战略目标不断提升、政策体系日趋健全、行动实践持续增加、创新技术集群突破。在供给侧低碳转型方面，农业生产实践和能源使用模式得到重点优化^[14-15]。对于水稻种植，已形成水分管理、种植模式优化、施肥与有机物管理、品种选育等综合农艺减排策略^[16-17]。畜牧业减排聚焦减少肠道发酵、改进粪污管理和优化综合养殖过程等关键环节^[17-18]。提高农业能源效率、减少产业链能耗、扩大农食行业清洁能源和可再生能源的使用规模，有效降低农业生产和食品工业的碳足迹^[17,19]。在需求侧低碳转型方面，减少食物损失和浪费、向健康和环境友好型膳食转型、研发替代蛋白质和食品技术等减排措施得到关注^[13-14,17,20]。农业、林业和其他土地利用（AFOLU）具备成为净碳汇经济部门的巨大潜力。保护恢复自然生态系统、限制高碳密度的自然生态系统用地转换，优先考虑可持续农业管理和土地使用，采取土地固碳增汇策略，有效助推全球减缓气候变化^[12,15-17]。研究表明，采取农业低排放和固碳措施，农食系统可在 2050 年前实现净零排放^[2]。进一步综合采取减排固碳措施并保持实施效力，预计可使农食系统 2020—2100 年的累积温室气体排放量下降 63%~100%^[5]。在推进农食系统低碳转型过程中，实现其与粮食安全、脆弱群体生计等其他可持续发展目标（SDG）的协同受到国际社会的广泛关注，以实现可持续和包容性增长、加快社会经济发展。

本部分聚焦农食系统减排固碳关键部分，重点从水稻、畜牧业、能源、减少食物损失与浪费、膳食结构转型等方面梳理全球及中国农食系统减排进展，同时总结生态系统增汇进展（图 1）。

2.1 水稻减排进展

国际在水稻水分管理、种植模式创新、施肥和有机物料管理及低碳品种选育等关键领域取得突破性进展。水分管理包括干湿交替、间歇灌溉、烤田等技术。干湿交替灌溉技术已在菲律宾、越南和孟加拉国等东南亚稻作区广泛应用，可通过优化灌溉方式，显著减少稻田甲烷和氧化亚氮排放，并降低 26%~29% 的全球变暖潜势（GWP）^[21]。集成间歇性灌溉技术与“有机氮优化管理”，可有效降低中国、印度及非洲等主产区的净温室气体排放与净 GWP 强度^[22]。日本编制《抑制稻田甲烷排放的新式

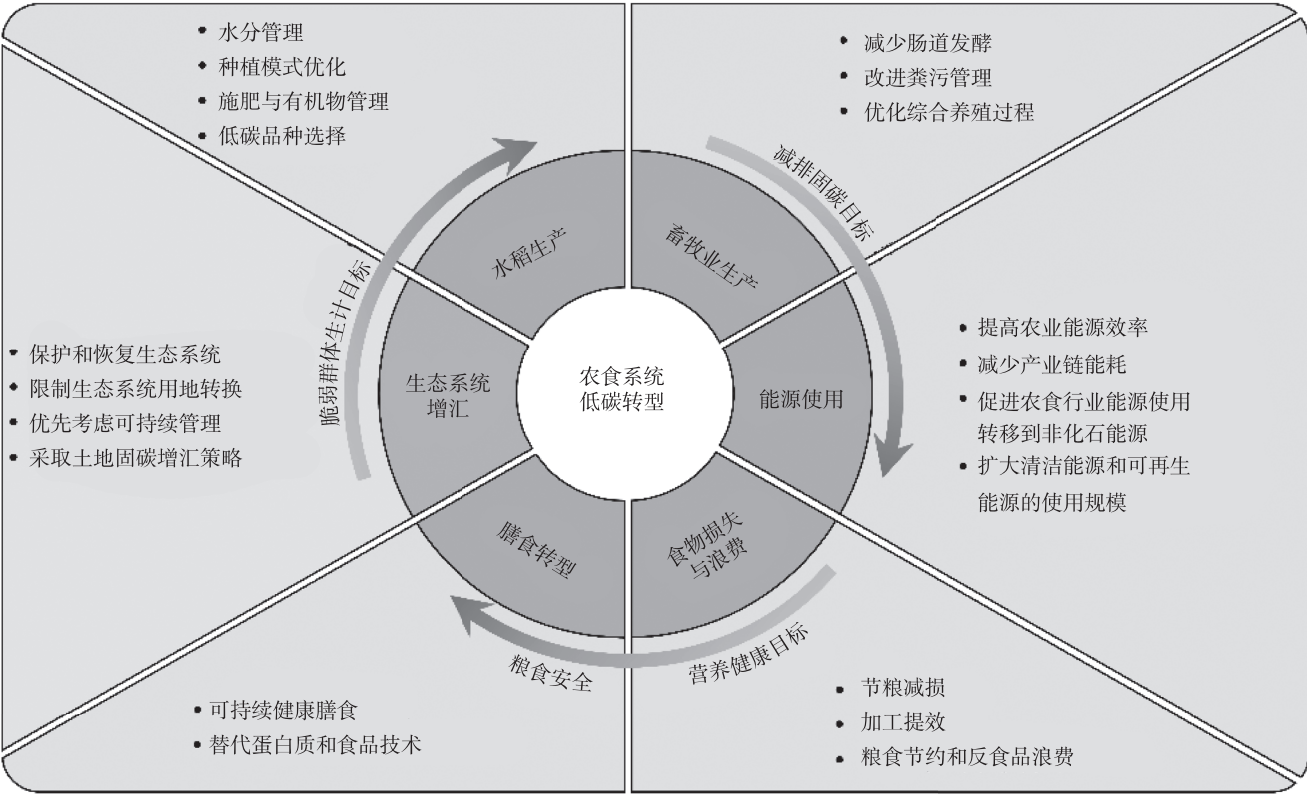


图 1 农食系统低碳转型进展

水分管理技术手册》推行延长中期烤田技术，该技术可实现产量和甲烷减排的协同。同时，全球稻作区因地制宜优化种植模式，以提供增产减排潜力，包括印度由传统水稻连作转向多样化的水稻基础种植制度、越南率先实施的优质低碳水稻方案。在施肥和有机物管理方面，施加缓释肥料或稳定性肥料、有效微生物菌剂、复合抑制剂等可促进甲烷氧化与抑制产生甲烷的过程；秸秆离田发电、炭化还田、腐熟还田等管理技术在减排和土壤质量提升方面作用显著。此外，从基因型角度调控水稻根系氧化和分泌物，培育低排放、高产稳产品种成为全球水稻研究重点；选育高收获指数或高植物量的水稻品种可平衡甲烷的产生和氧化。

中国在水稻减排方面也取得显著进展，不仅构建水稻减排综合农艺体系，同时通过政策体系改革实现系统性突破。2021 年中国水稻种植温室气体排放量为 2.48 亿吨 CO₂e，占农业领域排放量的 26.6%^[23]。中国自 2021 年系统推进水稻减排。2021 年 11 月农业农村部发布《农业农村减排固碳十大技术模式》，首次将稻田甲烷减排技术纳入国家技术目录。2022 年水稻减排进入机制创新阶段，1 月《推进生态农场建设的指导意见》提出以生态农场为载体探索稻田甲烷低碳补偿政策；6 月《农业农村减排固碳实施方案》将稻田甲烷减排列为十大行动之首，明确水稻减排三项核心措施，并通过湖南、北京、四川、山西等省份的具体实施方案形成央地联动。2023 年 3 月农业农村部在《国家农业绿色发展先行区整建制全要素全链条推进农业面源污染综合防治实施方案》重点部署水稻侧深施肥技术；11 月生态环境部等 11 部门出台《甲烷排放控制行动方案》，首次明确到 2030 年水稻种植等重点领域甲烷排放控制目标。在实践层面，中国已构建一套气候智慧型减排技术体系，集成 EM 菌剂抑制甲烷菌活性、秸秆催腐技术加速有机物分解、SUSIBA2 等低碳高产水稻品种培育、间歇灌溉节水等创新技术，能有效降低稻田甲烷排放强度，推动水稻生产向绿色低碳模式转型^[24]。通过稻作北移、推广高产品种

以及实施控水增氧耕作等技术创新,中国在实现水稻单产提高 130%的同时,显著降低了 70%的稻田温室气体排放量^[25]。

2.2 畜牧业减排进展

全球畜牧业减排治理体系加速成型,在国家气候承诺与系统路径构建方面进入新阶段。畜牧业是农食系统温室气体排放的一大来源,畜禽粪便和肠道发酵产生的甲烷排放量约占全球甲烷排放量的 32%^①。当前已有 1/3 以上的国家在其气候承诺中纳入与畜牧业有关的减排措施^②。全球畜牧业减排在提高反刍动物消化率、饲料改善、粪污管理等方面实现突破性技术研发,系统性牧场管理方案形成多国示范效应。全球甲烷中心投入 2 亿美元启动肠道发酵研发加速器资助计划,重点突破饲料添加剂研发、低排放牲畜培育、瘤胃微生物研究、甲烷疫苗研发以及甲烷测量成本控制。3-Nitrooxypropanol 饲料添加剂具有平均降低 30%甲烷排放量的潜力,已在欧盟、澳大利亚、巴西等地区和国家进入商业化应用阶段。动物基因育种技术不断推进,新西兰已成功培育低排放绵羊品种,首批低甲烷遗传性状育种材料于 2023 年上市^[14]。粪污管理聚焦粪污收集、储存和资源化利用三个关键阶段^[18]。例如,美国农业甲烷减排重点关注粪污管理环节,包括推广厌氧甲烷消化器、固液分离器等设备,实施深埋、堆肥等生产实践,促进农场可再生能源利用等。在牧场管理方面,整合饲料优化(优质草料/减排添加剂/饲粮平衡)、动物健康管理(兽医护理/精准营养)、遗传育种(低排放品种/繁殖效率提升)及草地改良(科学轮牧/载畜率调控/农牧结合)等措施,实现畜牧业减排和生产效率提升的协同。美国、新西兰、欧洲等国家和地区正在通过牧场管理优化迈向低排放畜牧系统,建立净零碳排放示范牧场。

中国通过法治保障、政策创新及技术路径优化,构建了畜牧业减排综合治理体系,实现减排与产业协同发展。2015 年《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国畜牧法》的修订实施形成畜牧业减排“量质双升”的双重法治保障。一方面,畜禽粪污无害化处理等专利技术标准体系密集发布;另一方面,政策工具从单一环境规制拓展至技术推广、经济激励及试点示范等多元机制。2018 年《农业绿色发展技术导则(2018—2030 年)》的发布标志着政策进入系统化重构阶段,明确畜牧业减排技术路径并设定量化目标:至 2030 年饲料转化率提高 10%、单位产值碳排放强度降低 30%。此外,畜牧业被纳入国家碳达峰行动方案核心领域,治理措施不断得到深化。农业农村部发布《畜禽养殖场温室气体排放核算方法》(NY/T 4243—2022)以建立行业碳计量基准;国家设立专项扶持资金支持 723 个县推进畜禽废弃物资源化利用;2023 年《甲烷排放控制行动方案》进一步细化反刍动物肠道发酵调控与粪便管理协同技术路径。通过政策改革,中国畜牧业减排成效显著。畜禽粪污资源化利用率从 2010 年的 37%提升至 2020 年的 75%,而粪污排放比例大幅下降,从 74%下降至 19.3%^[26]。畜牧业生产中大型和中型沼气项目建设迅速增加,从 1994 年的 400 多个增加到 2015 年的 6 970 多个,增加了 16 倍;2022 年规模养殖场的粪污处理设施装备配套率保持在 97%以上^[27],畜牧业规模化生产比例从 1994 年的 35%增长到 2022 年的 71.5%,推动畜牧业生产温室气体排放强度持续下降^[28]。

2.3 能源转型进展

全球农食系统能源使用与化石燃料脱钩成为关键事项,多国开展能源转型推动农食系统去碳化进程。农食系统消耗全球约 30%的能源,其中大部分依赖化石燃料,这些能源消耗约占农食系统温室气体排放量的 1/3^[29]。可再生能源替代化石燃料受到极大关注,国际可再生能源署(IRENA)与 FAO 共同强调可再生能

① 资料来源:联合国环境规划署, <https://www.unep.org/resources/report/global-methane-assessment-benefits-and-costs-mitigating-methane-emissions>。

② 资料来源:联合国粮农组织, <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d6b025b8-2ab7-47f2-b336-87a1de1e67e8/content/agrifood-solutions-to-climate-change-2023/working-for-sustainable-livestock-systems.html>。

源在满足全球农食系统的电力、供暖、制冷和运输等需求方面发挥了关键作用。可再生能源政策的出台和实施在国家层面进展显著，澳大利亚可再生能源目标、巴西生物质燃料政策、加拿大清洁燃料标准、美国可再生燃料标准及欧盟可再生能源指令Ⅱ，均强调增加可再生能源推动能源系统去碳化目标，部分政策对减少可再生能源生产的潜在环境影响和社会权衡作出规定^[30]。农食产业链多个环节的可再生能源应用规模不断扩大。在农业生产环节，太阳能灌溉系统的生命周期排放量比电网或柴油驱动的水泵低 95%~98%，在印度、孟加拉国等发展中国家发展迅速^[29]。农业光伏以“农光互补”模式优化土地利用，日本、法国、美国、韩国等自 2017 年起出台专项支持政策^[31]。在流通环节，物流绿色转型备受关注。基于太阳能的冷却系统正在减少亚非地区的食物损失、改善市场准入并实现相关减排^[29]，沼气驱动的制冷基础设施、环保型低 GWP 制冷剂和轻型货运电动化得到推广应用^[19]。在加工环节，基于可再生能源的加工系统开始出现，新西兰乳业和冰岛渔业采用地热能满足加工所需的电力与热能。在废弃物处理环节，生物质副产品转化为沼气，为烹饪、取暖等环节提供可持续能源，并在甘蔗、木薯、稻谷、屠宰场、食品加工和餐厨垃圾处理等多个经济部门运营^[29]。

中国农食系统能源结构的低碳转型同样重视提升可再生能源应用规模，并重点推进农业农村的能源开发利用。《加快农村能源转型发展助力乡村振兴的实施意见》明确提出农业农村用能低碳化、新能源产业发展等重点任务。2024 年，中国可再生能源发电量达 3.46 万亿千瓦时，同比增长 19%，约占全部发电量的 35%；其中，风电太阳能、生物质发电量分别达到 1.83 万亿千瓦时、2 083 亿千瓦时，同比增长 27%、5%^①。截至 2022 年底，中国户用沼气存量 1 480.43 万户，实际利用 416.41 万户；沼气工程 75 111 处，生物天然气工程 64 处，年产生生物天然气 12 773 万米³^②。截至 2023 年底，中国生物质清洁供暖面积超过 3 亿米³，生物质供热量超过 3 亿吉焦^[32]。农业农村地区推广绿色用能模式，不断增加清洁能源供应。“千乡万村驭风行动”“千家万户沐光行动”和农村能源革命试点县建设为农村可再生能源建设及电网改造提供了有力支撑。“新能源+产业”示范推广助力中国乡村产业绿电供应和模式创新。节能型农业项目探索卓有成效，形成“粪—沼—蔬”生物动力循环种养、生物质能发电系统化技术、全绿色离网式设施农业等技术示范集成，智慧农业、精准农业等数智农业生产体系赋能精准减排，显著提升了水肥投入的把控能力。

2.4 减少食物损失与浪费进展

全球减少食物损失与浪费的框架初步形成，并在目标、测量、行动三方面作出积极努力。全球每年生产的食物约有 1/3（相当于 13 亿吨）被损失和浪费，代表土地、水、能源和其他资源投入的无效消耗，以及全球 8%~10% 的温室气体排放^[10]。2015 年，联合国将食物损失和浪费列入全球议程，SDG 12.3 明确要求到 2030 年将零售和消费者层面的全球人均食物浪费减少一半，并减少生产和供应链食物损失。在目标方面，截至 2021 年底，全球 55% 人口所在的国家或地区制定与 SDG 12.3 一致的目标，包括澳大利亚、中国、欧盟、印度尼西亚、日本、马来西亚、南非、英国、美国 and 越南；全球 50 家最大的食品公司中已有 39 家设定相关目标^③。在测量方面，国际社会建立系统化的食物损失与浪费监测评估体系。FAO 和联合国环境规划署（UNEP）分别制定食物损失指数和食物浪费指数，在食物损失和浪费的方法开发和衡量监管方面发挥领导作用。截至 2021 年底，代表全球 12% 人口的国家进行了食物损失和浪费测量，包括澳大利亚、加拿大、哥伦比亚、丹麦、以色列、意大利、日本、沙特阿拉伯、西班牙、瑞典、英国和美国。全球 50 家最大的食品公司中有 28 家进行食物损失和浪费测量，其中 19 家公开报告信息^①。在行动方面，全球 25 个国家将减少食

① 资料来源：国家能源局，<https://www.nea.gov.cn/20250221/e10f363cabe3458aaf78ba4558970054/c.html>。

② 资料来源：农业农村部，http://www.kjss.moa.gov.cn/hbny/202308/t20230818_6434594.htm。

③ 资料来源：冠军 12.3 倡议，https://champions123.org/sites/default/files/2022-09/22_WP_SDG%20Target%2012.3_2022%20Progress%20Report_v3_0.pdf。

物损失和浪费减少纳入 NDC，采取行动的国家从 2018 年底代表全球 14% 的人口增长到 2024 年底的 35%^①。国际社会的行动注重以立法与政策为先导，并推行财政措施、广泛社会合作、提高认识与教育、创新食物分配体系等有效工具。例如，欧盟及法国、意大利、日本等国家和地区制定专门法律反对食品浪费。美国、加拿大、法国、意大利等国家通过食品捐赠税收优惠政策促进社会食品捐赠。美国环保署 2023 年发布“废弃食物做法量表”构建循环经济导向的食物再分配和利用层级。

中国积极响应减少食物损失与浪费的全球倡议，通过颁布《中华人民共和国反食品浪费法》、实施“光盘行动”等措施，系统推进减少食物损失和浪费工作，获得阶段性成效。中国于 2013 年发起“光盘行动”，2016 年宣布落实 2030 年可持续发展议程国别方案，其中包括为落实 SDG 12.3 而采取的相关行动。“十四五”以来，中国从立法和行动两个层面系统推进减少食物损失和浪费工作，2021 年颁布《中华人民共和国反食品浪费法》，修订《粮食流通管理条例》，2023 年又颁布《中华人民共和国粮食安全保障法》；2021 年、2024 年先后印发《粮食节约行动方案》《粮食节约和反食品浪费行动方案》，推进形成食物节约长效机制，加力解决食物损失和浪费问题。为落实中央部署，农业农村部也分别于 2020 年、2021 年、2022 年印发《农业农村部关于促进农产品加工环节减损增效的指导意见》《农业农村部办公厅关于将机收减损作为粮食生产机械化主要工作常抓不懈的通知》《2022 年主粮作物机收损失监测调查方案》，深入推进各环节食物减损。2021 年国际粮食减损大会发布《国际粮食减损大会济南倡议》，提出各国加强粮食减损的重点领域和合作方向，为全球开展粮食减损提供借鉴。在这些举措的综合作用下，中国粮食全产业链节约减损成效明显。2023 年全国小麦、水稻、玉米平均机收损失率分别下降至 1%、2%、2.2%，近十年来农户储粮损失率下降约 5 个百分点，国有粮库粮食储藏周期内综合损失率控制在 1% 以内，在大米加工中应用柔性碾米设备，将出米率提高 5~8 个百分点；在餐饮业和各类食堂等场所，“光盘行动”基本成为习惯，剩菜剩饭打包现象比较普遍。

2.5 膳食结构转型进展

全球膳食结构转型形成星球健康膳食与区域特色模式多元化发展新格局。膳食转型是需求侧的高减排潜力措施，有助于到 2030 年将温室气体排放的社会成本降低 41%~74%^②。2019 年，FAO 和世界卫生组织（WHO）共同提倡健康和低环境影响的膳食模式；为优化健康和限制农食系统的环境影响，EAT-Lancet（柳叶刀饮食）委员会提出星球健康膳食引领全球膳食转型方向，这也是目前唯一可量化的可持续健康膳食模式^[20,33]。研究表明，向星球健康膳食转型能将与 1.5℃ 气候目标兼容的最高碳预算放宽 1 250 亿吨 CO₂e^[20]。同时，全球范围内形成其他地域性的可持续健康膳食模式，如地中海膳食、北欧膳食、传统日本膳食，具有以植物性食物为主、优化动物性食物结构的共性^[11]。地中海膳食广泛实践于希腊、西班牙、意大利南部等地中海沿海的南欧国家，北欧膳食基于丹麦、芬兰、冰岛、挪威和瑞典等国家传统饮食习惯而形成。欧洲地区推广上述两类膳食模式的政策措施包括修订国家膳食指南、开展学校供餐计划、推广食品标签等。日本政府以食育推进基本计划和“和食”文化传承等推广传统日本膳食。全球通过政策框架构建、产业技术创新及多方协作机制加速膳食结构转型，在气候友好型饮食体系构建和替代蛋白技术突破上取得实质性进展。一些国家政府和城市已采取考虑环境影响的膳食和营养政策。例如，丹麦政府在 2021 年更新膳食指南，首次纳入膳食的气候影响；《米兰城市食品政策公约》和 C40 城市“优质食品城市加速器”的兴起表明城市在推进健康可持续膳食方面发挥作用^[14]。在私营部门方面，优化大型食品供应商和公司的食品供应，使其更加气候友好，已初步取得食物相关温室气体排放强度下降的成效^[14]。与肉类替代品相关的食品产业加速发展，植物基肉类替代品在高收入国家市场份额虽然较小但销售额保持增长，培养肉在新加坡和美国获得监

① 资料来源：冠军 12.3 倡议，<https://champions123.org/2024-progress-report/major-developments>。

② 资料来源：联合国粮农组织，https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/726c7c55-89a4-426e-958c-d5f19bd12a21/content/ca9692en.html#chapter-executive_summary。

管批准并开始小规模商业化,2022 年全球替代蛋白质研发和商业化的公共支出稳步增加,达到 6.35 亿美元^[14]。

中国结合本土饮食文化特征制定规划与行动方案,构建营养健康与膳食结构优化协同的国家膳食转型框架,引导居民健康膳食。当前中国居民的动物性食物消费快速增加,造成资源环境压力不断增加,预计 2030 年食物消费碳排放量将增加至 12.8 亿吨^[34]。近年来,中国积极推动居民膳食结构调整。2014 年、2016 年、2019 年先后发布《中国食物与营养发展纲要(2014—2020 年)》《“健康中国 2030”规划纲要》《健康中国行动(2019—2030 年)》,推动形成合理膳食、结构优化、营养健康的行动规划和社会倡导。2025 年,《中国食物与营养发展纲要(2025—2030 年)》发布,要求坚持营养导向和绿色发展,形成平衡健康的膳食结构。中国根据居民营养健康状况和膳食结构发展变化先后四次发布居民膳食指南,倡行平衡膳食模式。遵循《中国居民膳食指南(2016)》和《中国居民膳食指南(2022)》的饮食结构设定,即食物多样,合理搭配,多吃蔬果、奶类、全谷、大豆,适量吃鱼、禽、蛋、瘦肉,少盐、少油、少糖,可显著减少食物消费碳排放^[34-35]。中国以浙江、上海、江苏等为代表的江南膳食模式被确立为东方健康膳食模式的代表,该膳食模式对环境可持续性具有益处^[11-12]。

2.6 生态系统增汇进展

全球生态系统已形成政策框架、机制创新与多维实践的治理格局,呈现政策驱动与市场激励并重、多维度生态系统协同增汇的演进趋势,在森林碳汇强化、土壤可持续管理、海洋及草地碳汇开发等关键领域形成方案。保护、改进管理和恢复林草湿等生态系统的减排固碳潜力巨大,预计可在每吨 CO₂e 成本不超过 100 美元的情况下,年均减排 73 亿吨 CO₂e^[30]。国际社会持续强化对生态系统增汇的关注,达成《拉姆萨尔湿地公约》《关于森林和土地利用的格拉斯哥领导人宣言》《昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架》等多项承诺协定^[14]。生态系统服务付费(PES)作为关键政策工具快速发展,截至 2017 年,全球有 550 多个 PES 项目,每年交易量估计为 360 亿~420 亿美元^[36]。森林和土地利用碳汇是 PES 最受关注的部分,减少砍伐和退化所致排放量项目已在 50 余国启动,2006—2017 年累计减排量达到 75 亿吨 CO₂e,贡献了截至 2018 年农业、农林和其他土地利用(AFOLU)部门减排总量的 95%^[30]。以土壤有机碳为中心的土壤可持续管理包括休耕免耕、覆盖作物、作物多样化、土壤水肥管理、农林复合经营以及轮作等措施。洪都拉斯气候智能型农林系统、澳大利亚碳农业计划、美国碳注册机构等表明土壤可持续管理可助力全球农业减排固碳^①。草地和海洋碳汇是全球固碳增汇的新兴方向。美国、欧盟、澳大利亚、日本和葡萄牙在草地碳汇基础研究、方法学体系、项目试点和交易上进行深入探索^[37]。美国、英国、澳大利亚将海洋碳汇纳入 NDC,肯尼亚、塞内加尔、印度开展红树林碳汇交易实践。

新西兰、美国、加拿大等发达国家在生态系统增汇的市场机制建设方面也做出重要示范。新西兰碳排放交易体系是全球唯一纳入林业部门的强制碳市场,并计划在农场和加工层面对农业和肥料排放定价。碳抵消是允许碳排放主体购买生态信用额度以补偿碳损失的自愿碳市场交易机制,加拿大 Alberta 和 Quebec 的省级碳抵消计划、美国 California 的碳抵消信用计划为此提供良好实践,后者鼓励畜牧业、草原、水稻种植和林业领域减排。澳大利亚减排基金在 2015 年 4 月至 2020 年 3 月,在土地利用、土地利用变化和林业领域签约 1.58 亿吨 CO₂的减排信用额^[38]。以欧盟、丹麦为代表的发达国家和地区初步探索了碳税在农食系统的应用。欧盟于 2023 年 10 月 1 日实施碳边境调节机制,初期针对化肥等行业进口产品的碳排放量征收税费,是全球首个正式征收碳关税的地区。丹麦于 2024 年 6 月 24 日宣布将于 2030 年起就牲畜排放征收全球首项农业碳排放税,代表欧美等发达国家推动甲烷减排的又一努力。

中国也高度重视生态系统保护,农食系统增汇成效显著。《“十四五”全国农业绿色发展规划》明确提出

① 资料来源:联合国环境规划署, https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28775/FAO_soils.pdf。

“减排固碳能力明显增强”目标。《农业农村减排固碳实施方案》提出通过保护性耕作等措施巩固和扩大生态系统的碳汇功能。《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035 年）》《生态系统碳汇能力巩固提升实施方案》进一步提供政策指导。中国农田增汇、林业增汇和草地生态系统恢复进展显著，表现为温室气体净吸收。2021 年中国农地、林地、草地温室气体吸收总量达到 10.47 亿吨 CO₂e，较 2005 年增长 63.6%^[23]。在农田碳汇方面，中国推广保护性耕作、秸秆还田、有机肥施用、轮作休耕等措施，2021 年农田土壤碳汇达到 1.06 亿吨 CO₂e，是 2005 年的 2.58 倍^[23]。在林业碳汇方面，中国实施大规模植树造林、森林保护工程和林业碳汇项目。2022 年中国森林面积达到 2.31 亿公顷，森林覆盖率攀升至 24.02%。截至 2023 年，中国森林植被总碳储量已达 92 亿吨，平均每年可增加森林碳储量 2 亿吨以上，折合碳汇 7 亿~8 亿吨，占全国陆地碳汇总量的 80%以上^①。在草地生态修复方面，“十四五”以来，中国年均种草改良面积稳定在 4 000 万亩^②以上，退化草原面积缩减近 7 亿亩，三北地区草原修复治理面积占全国的 70%，全国草原综合植被覆盖度稳定在 50%以上^③。2021 年，中国草地温室气体吸收总量达到 0.64 亿吨 CO₂e，较 2005 年增长 34.3%^[23]。

3 农食系统低碳转型面临的挑战

总体来看，全球农食系统低碳转型进展仍不足以解决当下的气候危机，面临着承诺认识不足、战略规划和制度政策缺位、资金不足、方法支撑体系尚未健全等挑战。

3.1 承诺认识不足，国际合作有待加强

全球农食系统低碳转型面临承诺认识不足与国际合作滞后的双重障碍。一是世界各国关于农食系统低碳转型的承诺与认识不足，正在错失温室气体减排的重大机遇。各国决策层面缺乏将农食系统作为气候行动优先领域的承诺共识，尽管《巴黎协定》框架下多数国家在 NDC 中将农食系统纳入气候行动，但农食系统减排目标在约 75% 的 NDC 中仅为低至中等水平^[6]。各国同时面临社会各界对农食系统低碳转型必要性和紧迫性认识不足的问题，影响了全社会参与转型的积极性。二是“共同但有区别的责任”亟待落实，国际合作机制有待完善。发达国家在农食系统减排和援助承诺落实方面明显滞后，而历史排放责任较低的低收入国家和最不发达国家却提出更高的减排目标^[6]。国际社会针对农食系统低碳转型的合作平台和机制较为缺乏，技术转移、资金支持、能力建设、知识共享等方面的国际合作和交流十分不足。

3.2 战略规划和制度政策缺位，转型行动进展缓慢

全球农食系统低碳转型进展显著落后于 2030 年气候目标要求，供需侧减排增汇成效低于预期，重要原因在于缺乏系统性的国家计划和政策体系。一是国家层面农食系统低碳转型的战略规划缺乏，制度障碍突出。包括中国在内的大多数国家多将农食系统减排归入整体经济或更广泛的目标中，缺乏独立规划与长期战略支撑。同时在推进低碳转型过程中普遍存在治理机构分散、权责边界不清、政策制定缺乏系统性的制度困境，不仅缺少明确的牵头机构来统筹协调农业、生态环境、营养健康等多个部门的减排工作，且不同部门间政策协同不充分，严重制约农食系统低碳转型的整体推进。二是覆盖农食系统低碳转型全产业链的支持政策十分缺乏。在供给侧，缺乏有效政策激励农业生产系统达到减排、提效与增汇三重目标。当前，全球农业温室气体排放总量持续上升，农业温室气体排放强度需以当前 3 倍的速度降低。农业生产效率提升不足，作物单产增长需以当前 10 倍的速度提升。生态系统增汇进展滞后，森林砍伐需以当前 4 倍的速度减少，红树林

① 国家林业和草原局政府网，<https://www.forestry.gov.cn/c/www/ggzyxx/364446.jhtml>。

② 1 亩=1/15 公顷。

③ 国家林业和草原局政府网，<https://www.forestry.gov.cn/c/www/lcdt/605958.jhtml>。

损失和泥炭地退化的加快趋势亟须扭转，森林和红树林恢复分别需要以 1.5 倍和 10 倍的速度推进^[14]。中国同样面临供给端小农生产力相对低，农田、草原、湿地生态系统增汇有限等问题。在需求侧，减少食物损失和浪费和可持续膳食转型在全球减排行动中被广泛忽略。全球粮食损失率从 2016 年的 13.0% 上升至 2021 年的 13.2%^[14]。零售、餐饮服务和家庭层面的人均食物浪费量由 2019 年的 120 千克上升至 2022 年的 132 千克^①。中低收入和低收入国家的健康可持续膳食成本较现行模式高出 18%~29%^[39]。澳大利亚和新西兰、南美洲、北美洲等国家和地区的反刍动物肉类消费远超目标水平，中国等亚非国家的肉类消费增长加剧了环境和健康压力^[14]。同时，中国食品消费转型滞后，食品消费、包装、零售环节的碳排放增长迅速^[4]，而政策工具对需求侧减排的关注十分有限。

3.3 资金不足，面临多重融资障碍

全球农食系统低碳转型面临资金缺口庞大和融资障碍的突出问题。一是资金规模和投入力度严重滞后^[6]。2021—2022 年，农食系统气候融资和减排资金分别为 949 亿美元和 449 亿美元，仅占全球 7.2% 和 3.8%。农食系统转型资金分配与其庞大排放量存在严重不匹配，当前投资水平需增加 12 倍才能使农食系统与气候目标保持一致^②。二是转型面临结构性融资障碍。无论是全球还是中国，农食系统气候资金来源高度依赖公共部门，开发性金融机构和政府财政占比极高，商业性金融机构、公司等私营部门融资率低；融资工具构成失衡，以债券、赠款、补贴等债务工具为主，股权融资运用较少^③。在中国，农食系统低碳转型亦受限于风险收益特征相对缺乏吸引力、可投资商业模式和大规模可融资项目供给有限等问题，加剧了融资困境。此外，各国政府制定的补贴、关税等农业政策大多忽视了气候目标，加剧了环境负面影响。

3.4 方法支撑体系尚未健全，技术研发应用不足

全球农食系统低碳转型受限于核算评估体系不完善和低碳技术研发应用不足。一是全球农食系统排放核算和低碳转型评估体系尚未建立，难以跟进掌握低碳转型进展。农食系统温室气体排放核算复杂，专门核算口径尚未形成，不同国家和地区在核算边界清单、技术方法、内容体系及数据来源等方面差异明显。尽管国际层面已形成农食系统发展的指标体系，但相关指标体系各有侧重，能够反映低碳转型现状和进展的评估体系仍待建立。中国也缺乏农食系统温室气体监测、核算和核查体系，基础数据缺失、监测评估能力不足等问题制约转型进展。二是低碳技术的研发应用受到诸多制约。现行技术体系侧重产能提升，较为缺乏对减排固碳的关注，如中国对农田、草地系统的固碳增汇技术、可持续健康膳食和食品技术的研发相对不足。部分低碳技术对于中国等发展中国家的小农和消费者而言经济可负担性较低，难以落地推广。由于低碳技术的外部性特征以及市场激励机制的缺位，经济收益难以在短期内显现，削弱了产业链主体采纳积极性。

4 推动农食系统低碳转型的对策

未来推进农食系统低碳转型需要采取系统策略，实现供给侧和需求侧减排协同，持续扩大生态系统碳汇能力，以增强全球承诺共识、制定国家战略和行动方案、创新转型投融资体系、构建评估方法支撑体系为重要抓手。同时，农食系统低碳转型需要统筹考虑从食品生产到消费的全过程，协调农业、生态系统、工业、

① 联合国环境规划署，<https://www.unep.org/resources/publication/food-waste-index-report-2024>。

② 资料来源：ClimateShot 投资者联盟（ClimateShot Investor Coalition），<https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2025/05/Landscape-of-Climate-Finance-for-Agrifood-Systems-2025.pdf>。

③ 资料来源：同②。

能源、交通多个部门的减排固碳行动，推动政府、农民、企业、消费者等多元利益相关主体的参与，实现不同政策目标的协调权衡，从而达到更全面和更协调的减排固碳效果。

4.1 增强农食系统低碳转型的承诺共识，推动全球合作

农食系统低碳转型已成为全球优先要务，强化全球农食系统低碳转型的承诺共识和国际合作必不可少。一是各国应积极通过《巴黎协定》履约机制，将农食系统低碳转型嵌入 NDC 及其他承诺机制中，设定明确且有雄心的目标，制定以科学为基础、与 SDG 和气候目标协调一致的策略行动和长期愿景，促进全球层面更广泛的承诺共识。中国等国家亦需要以社会共治为重要原则，提高对农食系统低碳转型必要性和紧迫性的认识，以系统观念提升 NDC 中的农食系统减排雄心。二是加强农食系统低碳转型的国际合作。发达国家应在农食系统低碳转型中发挥更积极的作用，履行减排责任与援助承诺。发展中国家应加强农食系统低碳转型的能力建设，学习借鉴国际减排技术和经验，强化农食系统低碳转型相关的国际合作。各国应通过联合国气候变化大会等重要国际对话交流平台，将农食系统低碳转型合作提升为国际优先事务，加强国际合作。中国应系统梳理农食系统低碳转型经验，主动参与国际交流对话，积极贡献具有中国特色的农食系统低碳转型方案。

4.2 制定农食系统低碳转型的国家战略和行动方案，构建政策体系

制定农食系统低碳转型的国家战略和行动方案，构建系统的政策体系对推动农食系统低碳转型具有核心作用，也是加快转型行动进展的重要保障。一是各国应完善目标、进程和能力，形成支撑农食系统低碳转型的国家战略规划。在战略规划制定中应协调环境、营养健康和生计等多重目标，涵盖从食物生产到消费的全链条环节，设定量化目标和路径，提供整体系统的转型行动方案。中国也应明确牵头和协调农食系统低碳转型的执行机构，构建跨部门协调机制，将清洁生产、反食物浪费、健康可持续膳食等公众参与机制纳入转型方案，形成农食系统低碳转型的国家战略规划，加快全产业链低碳转型行动落地。二是以系统观念构建转型政策体系，在激励供给侧减排、提效与增汇的同时，充分考虑需求侧减少食物损失与浪费、膳食转型的减排潜力，将支持政策拓展至食品加工、流通、消费和废弃物处理等产前产后环节，形成财政、税收、金融支持等多元政策工具。对于中国而言，应进一步建立农食产业链利益联结机制，通过税收优惠、财政补贴、食品标签认证、公私合作等措施，推动小农、消费者、企业等利益相关方参与低碳行动；完善减排固碳激励的市场机制，建立健全生态碳汇交易市场，加强对农田、草地、海洋等碳汇项目的政策支持，推动生态系统碳汇项目开发和交易。

4.3 创新农食系统低碳转型投融资体系，拓宽资金渠道

积极探索创新投融资体系，支持农食系统低碳转型。一是调整农业支持和公共财政用途。无论是全球还是中国，亟须改革农业支持和公共财政向农食系统低碳转型倾斜，将环境负面影响较大的补贴逐步转向支持低碳农业、生态系统服务和气候能力建设，同时加大对农食系统领域气候解决方案的公共资金支持，建立与转型目标相协调的激励体系。二是推动投融资体系创新，提高资金配置效率。全球及国家层面应制定农食系统转型的投融资原则，提高农食系统领域气候相关金融信息披露。开发投融资创新性工具组合，吸引并促进私人资本投资，包括构建混合金融、技术援助、移动和金融科技、保险等风险缓解机制；发展绿色债券、可持续性挂钩贷款、碳金融等创新工具；开发生态系统服务付费、天气指数保险等新商业模式；发挥供应链金融的作用，鼓励大型农食企业带动农户、中小企业等主体参与减排固碳行动。中国亦应通过金融支持创新以撬动私人资本，有效吸引私营部门和微观主体参与。

4.4 构建农食系统低碳转型评估方法支撑体系，支持创新技术研发推广

方法体系和技术创新是推动农食系统低碳转型的关键手段，有助于推动低碳转型进展和评估转型成效。

一是加强农食系统温室气体排放监测和核算体系建设,构建农食系统转型评价指标体系。各国亟须建立科学规范的农食系统温室气体排放核算标准、核算方法和技术标准,明确核算参数要素、排放边界和数据采集规范,形成符合不同国家具体情况、国际认可的核算口径。中国应积极在构建农食系统的碳排放核算体系和低碳转型评估指标体系方面做出示范,覆盖绿色低碳、营养健康、高效发展、包容性和韧性等多个维度,实现对低碳转型成效的动态监测和科学评价,引领全球农食系统低碳转型。二是加强绿色减排固碳多赢技术的研发推广。各国应扩大低碳技术的应用规模,建立低碳技术本地验证和优化体系,加强技术的影响及定性评估;完善低碳技术推广的支持政策和服务体系,激励农食系统各环节经营主体积极采纳绿色低碳技术。对于中国而言,应将绿色减排固碳作为农业科技创新的重要目标,研发高产低排放的作物、牲畜品种,推动农业生产减排增效;加大对免耕、少耕、轮作、轮牧等农田土壤和草地固碳技术的研发与示范,提升农业固碳潜力;支持替代蛋白质和食品技术的研发,释放消费端减排潜力。

参考文献

- [1] CRIPPA M, SOLAZZO E, GUIZZARDI D, et al. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions [J]. *Nature Food*, 2021, 2 (3): 198-209.
- [2] COSTA C, WOLLENBERG E, BENITEZ M, et al. Roadmap for achieving net-zero emissions in global food systems by 2050 [J]. *Scientific Reports*, 2022, 12 (1): 15064.
- [3] BABIKER M, BERNDES G, BLOK K, et al. Cross-sectoral perspectives [M] // IPCC. *Climate change 2022: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2022: 1247.
- [4] 樊胜根, 张玉梅. 中国农业食物系统低碳转型战略思考 [J]. *农业经济问题*, 2024 (12): 15-23.
- [5] CLARK M A, DOMINGO N G G, COLGAN K, et al. Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets [J]. *Science*, 2020, 370 (6517): 705-708.
- [6] CRUMPLER K, WYBIERALSKA A, ROFFREDI L, et al. Agrifood systems in nationally determined contributions: global analysis-key findings [R]. Rome: FAO, 2024.
- [7] 牛坤玉, 葛若昊, 陈美安, 等. 双碳目标下中国农食系统温室气体排放结构、发展趋势及国际比较 [J]. *中国农业科学*, 2024, 57 (21): 4290-4307.
- [8] 曾华盛, 程龙, 余磊. 国外农业绿色发展支持政策演变、经验及对中国的启示 [J]. *世界农业*, 2025 (3): 29-41.
- [9] 赵敏娟, 杜瑞瑞. 高质量发展背景下畜牧业绿色发展的现实基础、国际镜鉴与路径指向 [J]. *世界农业*, 2024 (12): 5-15.
- [10] 杨东霞, 韩洁, 王俏, 等. 减少粮食损耗和反对食物浪费的国际经验及对中国的启示 [J]. *世界农业*, 2021 (6): 62-71.
- [11] 夏佳钰, 樊胜根, 丁心悦, 等. 中国可持续健康膳食发展思考 [J]. *中国工程科学*, 2023, 25: 120-127.
- [12] WANG X, CAI H, XUAN J, et al. Bundled measures for China's food system transformation reveal social and environmental co-benefits [J]. *Nature Food*, 2025, 6 (1): 72-84.
- [13] SPRINGMANN M, CLARK M, MASON-D'CROZ D, et al. Options for keeping the food system within environmental limits [J]. *Nature*, 2018, 562 (7728): 519-525.
- [14] BOEHM S, JEFFERY L, HECKE J, et al. *State of Climate Action 2023* [R]. Washington, DC: World Resources Institute, 2023.
- [15] QI X, HUANG X, ZHONG H, et al. Spatiotemporal drivers of food system GHG emissions in China [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2024, 205: 107580.
- [16] CLARK M, TILMAN D. Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice [J]. *Environmental Research Letters*, 2017, 12 (6): 064016.
- [17] SEARCHINGER T, WAITE R, HANSON C, et al. *Creating a sustainable food future: synthesis report* [R]. Washington: World Resources Institute, 2018.
- [18] ZHANG L, E R, ALI MM, et al. Livestock and poultry manure management from the perspective of carbon neutrality in

- China [J]. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 2023, 10 (3): 341-362.
- [19] 陈美安, 胡敏, 杨鹏, 等. 农食系统与碳中和: 中国农业与食物相关温室气体减排路径分析报告 [R]. 北京: 绿色创新发展研究院, 2023.
- [20] HUMPENÖDER F, POPP A, MERFORT L, et al. Food matters: dietary shifts increase the feasibility of 1.5°C pathways in line with the Paris Agreement [J]. *Science Advances*, 2024, 10 (13): 3832.
- [21] TRAN D H, HOANG T N, TOKIDA T, et al. Impacts of alternate wetting and drying on greenhouse gas emission from paddy field in Central Vietnam [J]. *Soil Science and Plant Nutrition*, 2017, 64 (1): 14-22.
- [22] LIU B, GUO C, XU J, et al. Co-benefits for net carbon emissions and rice yields through improved management of organic nitrogen and water [J]. *Nature Food*, 2024, 5 (3): 241-250.
- [23] 中华人民共和国生态环境部. 中华人民共和国气候变化第一次双年透明度报告 [R]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2024.
- [24] 秦晓波, 王金明, 王斌, 等. 稻田甲烷排放现状、减排技术和低碳生产战略路径 [J]. *气候变化研究进展*, 2023 (5): 541-558.
- [25] ZHANG Y, JIANG Y, TAI A P, et al. Contribution of rice variety renewal and agronomic innovations to yield improvement and greenhouse gas mitigation in China [J]. *Environmental Research Letters*, 2019, 14 (11): 114020.
- [26] WEI S, FAN J, TIAN Y, et al. Low-carbon development policies and achievements in the context of the livestock sector in China [J]. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 2024, 11 (3): 367-380.
- [27] 中国农业科学院, 中国农业绿色发展研究会. 中国农业绿色发展报告 2023 [R]. 北京: 中国农业科学院, 2024.
- [28] 中国农业科学院农业农村碳达峰碳中和研究中心, 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 农业农村部农业农村生态环境重点实验室. 中国农业农村低碳发展报告 (2024) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2024.
- [29] IRENA, FAO. Renewable energy for agri-food systems: towards the sustainable development goals and the Paris Agreement [R]. Abu Dhabi: IRENA, 2021.
- [30] NABUURS G J, MRABET R, ABU HATAB A, et al. Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU) [M] // IPCC. Climate change 2022: mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022: 812-818.
- [31] SCHINDELE S, TROMMSDORFF M, SCHLAAK A, et al. Implementation of agrophotovoltaics: techno-economic analysis of the price-performance ratio and its policy implications [J]. *Applied Energy*, 2020, 265: 114737.
- [32] 中国产业发展促进会生物质能产业分会. 2024 中国生物质能产业发展年度报告 [R]. 北京: 中国产业发展促进会生物质能产业分会, 2024.
- [33] WILLETT W, ROCKSTRÖM J, LOKEN B, et al. Food in the anthropocene: the EAT-lancet commission on healthy diets from sustainable food systems [J]. *The Lancet*, 2019, 393 (10170): 447-492.
- [34] 中国农业大学全球食物经济与政策研究院, 浙江大学中国农村发展研究院, 中国疾病预防控制中心营养与健康所, 等. 2023 中国与全球食物政策报告 [R]. 北京: 全球食物经济与政策研究院, 2023.
- [35] 中国农业大学全球食物经济与政策研究院, 浙江大学中国农村发展研究院, 南京农业大学国际食品与农业经济研究中心, 等. 2021 中国与全球食物政策报告 [R]. 北京: 全球食物经济与政策研究院, 2021.
- [36] SALZMAN J, BENNETT G, CARROLL N, et al. The global status and trends of payments for ecosystem services [J]. *Nature Sustainability*, 2018, 1 (3): 136-144.
- [37] 李想, 张慧斌, 彭伟, 等. 部分发达国家草地碳汇近况及启示 [J]. *林草政策研究*, 2021, 1 (1): 91-96.
- [38] HENDERSON B, FREZAL C, FLYNN E. A survey of GHG mitigation policies for the agriculture, forestry and other land use sector [R]. Paris: OECD Publishing, 2020.
- [39] SPRINGMANN M, CLARK M A, RAYNER M, et al. The global and regional costs of healthy and sustainable dietary patterns: a modelling study [J]. *The Lancet Planetary Health*, 2021, 5 (11): 797-807.

Low-carbon Transformation of Agrifood Systems from a Global Perspective:

Progress, Challenges, and Countermeasures

FENG Xiaolong XU Xuezheng

Abstract: The low-carbon transformation of agrifood systems is crucial for achieving the goals of the *Paris Agreement* and has emerged as a focal issue in the global response to climate change. This study presents strategic solutions for e-

mission reduction and ecosystem carbon sequestration across key sectors: rice and livestock production, energy transition, food loss and waste reduction, and dietary structure transformation. It systematically analyzes the progress, challenges, and countermeasures for the low-carbon transformation of agrifood systems from a global perspective. Global efforts toward the low-carbon transformation of agrifood systems are reflected in three areas: supply-side technological and management improvements, demand-side food consumption transformation and upgrading, and expansion of ecosystem carbon sinks potential. Simultaneously, significant advances have been achieved in the transformations' strategic objectives, policy frameworks, practical actions, and technological innovation. However, the transformation still faces substantial challenges, including insufficient international commitments, gaps in strategic planning and institutional policies, inadequate funding, and incomplete methodological support systems. The low-carbon transformation of agrifood systems represents a systemic undertaking that requires coordinated emission reductions from both supply and demand sides while continuously expanding the ecosystem carbon sequestration capacity. Future efforts must systematically promote low-carbon transformation through enhanced global commitment and consensus, development of national strategies and action plans, innovation in transformation financing systems, and establishment of evaluation methodological support systems.

Keywords: Agrifood Systems; Low-carbon Transformation; Progress; Policy

(责任编辑 张雪娇 李 辉)