主持人语：党的二十届三中全会对全面深化改革、推进中国式现代化作出了重要指示，明确提出“完善农业经营体系”。农业经营体系是农业经营主体、组织方式、服务模式的有机组合，是解决“谁来种地、如何种好地”的关键，更是加快建设农业强国的内在要求。全会对完善农业经营体系提出了有力举措和思路目标，为当前和未来一段时期的“三农”工作指明了方向。

为深入学习和解读全会精神，编辑部精心组织策划，非常荣幸地邀请到农业经济研究领域四位知名专家，围绕完善农业经营体系进行全面解读：中国农业大学经济管理学院穆月英教授针对小农户农业生产高质量发展建言献策；南京农业大学科学研究院副院长朱战国教授围绕加快推动家庭农场高质量发展提出思路对策；西南林业大学经济管理学院院长张连刚教授聚焦农民专业合作社高质量发展进行深入探讨；中南财经政法大学工商管理学院田云副教授围绕农业社会化服务高质量发展提出政策建议。

《农业经济与管理》2024年第六期将特别推出“学习党的二十届三中全会精神：完善农业经营体系”这一专题，以期为加快建设农业强国，推进农业农村现代化提供科学依据和决策参考。

栏目主持人：高鸣

农户实现农业绿色发展的现实特征与路径优化研究*

穆月英，张　婷

（中国农业大学经济管理学院，北京　100083）

摘　要：农户家庭经营是我国农业经营的基本格局，农户如何实现农业绿色发展，关系到我国农业整体高质量发展。文章基于2022年山东、河南、河北、安徽四省农户的样本数据，在分析农户农业生产经营特征的基础上，通过构建“服务—技术—协作”的农户绿色发展研究框架，探讨碳计量、农户绿色发展路径。主要研究结论如下：首先，农户是否接受农业生产性服务、是否采用绿色生产技术以及农户间协作程度的不同，带来农业绿色发展的差异，服务嵌入、技术采纳和农户协作有助于促进减少碳排和增加碳汇。其次，农业生产性服务市场发育不成熟、绿色生产技术采纳成本高、效益不确定，农户缺乏协作意识且存在信任障碍等是造成农户实现农业绿色发展的现实困境。最后，提出农户实现农业绿色发展应以服务为抓手，深化农业分工；以技术为支撑，靶向功能定位；以协作为导向，统筹农业生产经营等对策建议。

关键词：农户；农业绿色发展；农业生产性服务；碳效率

中图分类号：F321.1　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1674-9189(2024)06-0001-11

*项目来源：国家社会科学基金重大项目(18ZDA074)；国家自然科学基金项目(71773121)。

作者简介：穆月英，女，博士，教授，博士生导师，研究方向：农业经济理论与政策。

一、引言与文献综述

我国政府历来高度重视“三农”发展及生态文明建设，为加快农业生产绿色转型，党的十九大报告将生态文明建设提高到前所未有的战略地位，党的二十大报告进一步明确了我国新时代生态文明建设的战略任务，近年来，多个中央一号文件也对推进农业绿色发展作出了系列部署，2024年《政府工作报告》《“十四五”全国农业绿色发展规划》等政策文件中均提出要推进质量兴农、绿色兴农战略，推动绿色低碳发展。我国农业体量庞大，农业碳排量占温室气体碳排总量的17%，且以年均5%的排放速度增长（程琳琳，2018）。根据《第二次全国污染源普查公报》，2020年我国粮食化肥使用量高达36 606千吨，粮食农药使用量达915.4千吨，粮食农膜使用量达1 665.5千吨，均远超国际标准。碳排增加导致的温室效应使人类面临着极端天气、洪涝等灾害频发的严峻挑战，且高碳产业模式导致我国在国际碳外贸中受到政治阻力（潘安，2017），农业绿色发展势在必行。在我国“人多地少，大国小农”的基本国情下，加快推动农户实现农业绿色高质量发展对加速我国低碳生产方式的演进、推进农业现代化进程、应对全球气候挑战具有重要战略意义。

已有研究针对农户实现农业绿色发展的路径探索主要集中于理论延伸和机制验证两个方面：从理论延伸的角度看，资源禀赋的差异、农户自身的选择偏好、低碳技术的推广与应用、地区生产性服务发育程度及供给规模是影响农业生产碳效率和制约农户农业绿色发展的重要因素。

其一，农户资源禀赋即限制农业生产活动的行为约束，是影响农户进行生产决策的决定性因素，既包括资金、生产资料等可变要素，也包括气候、地形等具有区域特征的限制性条件。囿于流动性压力、生态价值感知、水土资源和单一地块空间限制，农户生产投入回报率处于劣势，特别当把环境产出纳入效率评估范畴时，具备种植条件、经营规模、技术及服务参与比较优势的农户降本增汇减碳效应表现显著（杨子等，2019；祝宏辉等，2022；张文英等，2024）。

其二，在农户具备生产条件的基础上，选择偏好或参与意愿是影响农户种植作物选择、生产性服务参与及种植技术采纳、是否进行生产协作的关键。根据成本收益理论，农户作为理性经济行为主体会基于成本收益考虑，追求利润最大化（陈苏等，2024），而农户选择偏好则作为“传导桥梁”，将这一生产目标的实现外化。已有研究大都表明，生产偏好通过作用于农户土地流转、生产投资与资产管理等方式选择，是造成其化肥减量替代、环境友好型农业技术应用等具有高质量发展特征的行为分化和生产碳效率差异的重要原因（刘同山等，2014；侯麟科等，2014）。由于农业生产本身具有脆弱性，在自然和市场双重风险的冲击下，种植面积未能达到规模合作经营准入条件的弱质农户对保护性耕作、测土配方施肥、高效节水灌溉等低碳生产技术的应用缺乏主动采纳积极性，加之技术使用的成本摊销在短期内不能实现，对技术效果的价值感知亦具有长期性（张婷等，2024），因此，农户难以依靠自身力量获取技术信息，达到满足高质量持续发展的技术熟练程度，在政府、合作社、集体经济组织等其他新型农业经营主体技术培训提供缺位的条件下，绿色生产技术推广效果将形成预期偏离，从而对农户生产碳效率提升产生制约效应。

其三，农业生产性服务主要针对农户相对薄弱的“自服务”而言，是农户因无法自我完成所有生产经营活动，需要借助其他主体帮助实现农业生产经营目标的物化或非物化产品（钟真等，2021）。在以土地租赁为主要内容的土地流转型规模经营发展限制的背景下，健全与农地规模经营具有替代互补关系的农业生产性服务体系，推动服务规模化经营是实现小农户农业生产发展现代化的唯一出路（孔祥智等，2018），但服务质量层次和不同服务环节在不同服务主体和地域之间存在较大差距，整体表现为服务需求与供给匹配不足、市场主体散弱小、规范标准与制度体系尚未建立统一（芦千文等，2021），从而对农户向低碳高效生产经营方式的转变产生阻碍。

从机制验证的角度看，大多学者或借助微观调研数据，或使用宏观面板数据，将考虑环境产出的农业生产技术效率作为衡量农户农业绿色发展目标实现状况的重要考核标准，如一些学者认为农业社会化服务对改变农业经营主体的粮食生产参与、优化粮食生产规模、改进粮食生产方式具有积极意义，能够整体促进农业绿色生产效率提高(杨子等，2019；钟真等，2021)，农户绿色技术采纳行为则在托管服务促进农业绿色生产率提高的过程中发挥中介效应(王宁珂等，2024)；史常亮(2024)则进一步将面源污染作为非合意产出测算农业绿色生产效率，证明土地流转可通过提高农业合意产出以及土地、劳动利用率进而推动农业绿色发展。但目前学术界关于农户农业绿色发展实现路径的结论仍存分歧，有学者通过重构农业绿色发展逻辑，提出走因地、因人、因事制宜的绿色高质量发展策略，主张推动土地规模经营和服务规模经营双向并进(张露等，2020)；也有学者认为我国农业生产走以土地租赁为主的土地流转规模经营的模式行不通，只有健全农业社会化服务体系才是我国发展现代化农业的唯一出路(孔祥智等，2018)。

现阶段，由于对土地的过度依赖和农村劳动力“内卷化”严重的现行约束，弱质农户受到风险承载能力弱、技术信息获取困难、资金流动约束等限制，无论生产端还是消费端均难以依靠自身力量形成绿色生产行为，因此，在资源环境趋紧的压力下，农户要实现农业生产的绿色高质量发展、有效平衡农村地区有限土地和过剩劳动力的关系，一靠服务、二靠技术、三靠规模。已有研究表明，通过土地流转进行传统意义上土地规模扩张因受到土地确权交易成本高、合作组织规范运营水平有限、服务带动与生产经营能力不足等制约，导致实际流转效果未达预期(王忠林，2019；孙新华，2023)。因此，提升单个农户组织化程度，采用农户契约协作的形式破解分工协作约束对生产资料整合利用及规模效应发挥的阻碍具有重要意义。

其一，服务为技术创新提供组织保障，技术为服务优化提供科技支撑。一方面，农业生产性服务在农业生产环节的嵌入使得深耕、节水、测土配方施肥等绿色高效生产技术的受体由农户逐渐向专业化的服务组织转变；另一方面，服务组织化推动技术采纳门槛降低的同时，各服务供给主体为提升服务水平、提高市场占有率，将形成技术创新的反推竞争格局，从而对健全和完善以先进技术应用为载体、以农户经济产出和生态增值效率提升为比较优势的绿色高质量发展服务市场拓展机制具有积极作用(张露等，2018)。其二，技术加速农户协作效率，协作促进农户技术应用。伴随着先进农业技术引入，农户的生产需求对传统或落后生产要素的挤出效应凸显。在绿色生产技术推广应用过程中，由于相应技术设施资产专用性强和空间可分性弱的特点，为与生产前沿面外移相适应，农户将加速对劳动要素禀赋结构的优化调整，提高资源配置效率。而农户生产协作亦为农业的技术进步提供基础和前提，根据诱致性技术变迁和技术扩散理论，技术进步或更新可看作具有边际产出效率劣势的要素或技术被迭代更替的过程，从而农户协作能够发挥协同集聚效应，获取技术信息优势，提高处于同一社会网络圈层农户的技术采纳概率。其三，服务深化农户协作，协作推动服务采纳。一方面，农业生产性服务通过发挥替代效应(机械替代劳动)、技术效应(人力资本传送与知识溢出)、分工效应(发挥生产环节比较优势)促进规模经济和分工经济形成，从而降低合作交易成本，提升信息处理效率，为强化合作行为能力和农事合作意愿提供前提条件(张露等，2018；张建锋，2020)；另一方面，农户协作发挥资源整合优势，进一步拓展服务获取的信息渠道，分摊并减少农户绿色技术的采纳成本，推动土地等生产要素规模经营，从而促进农户分化，降低其进入农业生产性服务的规模门槛，是将其生产引入现代农业绿色发展轨道的重要途径(张露等，2018；杨子等，2019)。

鉴于此，为进一步验证微观层面农业生产性服务、绿色生产技术和农户协作在农户农业生产中是否发挥环境正外部性，本文基于农户生产经营的现实证据，拟构建“服务—技术—协作”分析框架，如图1所示，将服务参与、技术采纳和生产协作作为农户农业绿色生产评价的分类指标，深入探索农户绿色可持续健康发展的现实路径。

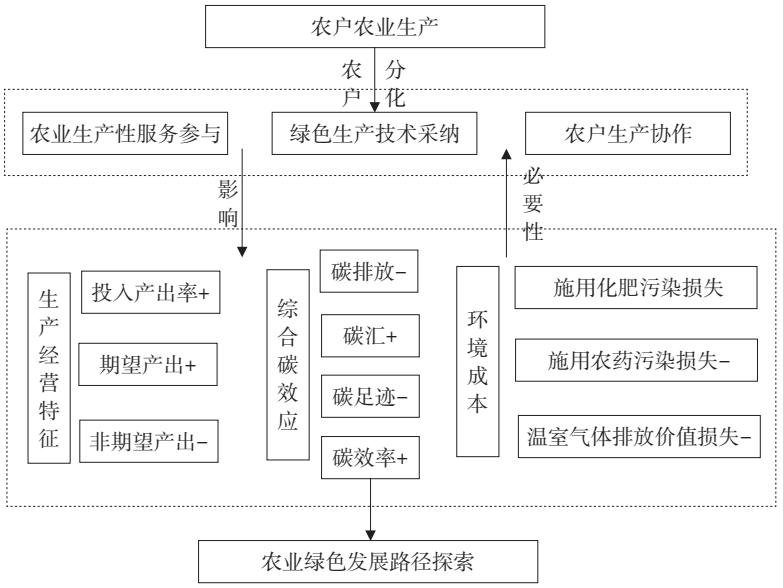

图1　分析框架

二、农户农业绿色生产的现状评价

（一）农户农业生产经营现状

生产者的个体、家庭信息及农业生产投入产出情况是农户在现阶段技术水平和资源环境约束条件下，一定区域范围内农业生产活动经济效率和资源配置状况的重要体现，从中便于把握异质农户在农业生产过程中存在的成本结构分异及竞争优势，为寻找适配农业绿色发展的现实路径奠定基础。研究基于2022年山东、河南、河北、安徽四省调研数据，采用分层抽样和随机抽样相结合的办法收集到417份农户生产综合调查问卷，对农户个体特征、投入产出特征、家庭特征及其农业生产经营特征进行刻画。一方面，由于山东、河南、河北、安徽作为四大粮食主产区，在“藏粮于地”与“藏粮于技”的战略背景下对保障我国粮食供给占有重要地位；另一方面，根据全国第三次农业普查数据，现阶段经营耕地面积不足0.67公顷的农户约有2.07亿户，占农户总体比重达90%以上，而山东、河南、河北、安徽四省小农生产主体占我国小农户农业经营总体规模的三分之一，因此选择该区域调查数据作为样本考察和探索我国农户农业生产基本情况以及绿色发展路径具有普适性和代表性。

1. 农户个体及家庭特征

就个体层面特征而言，农业生产从业农户平均年龄55.26岁。生产决策主体为男性的农户占比为73.9%。户主平均受教育年限为6.05年，初中及以上文化程度的农户占比41.25%。农户平均种植年限34.83年，种粮农户更具有种植经验。就家庭特征而言，农户家庭平均人口数4.49人，其中劳动力多为夫妻二人劳动模式，务农劳动人数占家庭劳动人数的比重为74.1%，兼业农户占农户总数比重为62.59%。农户家庭年平均收入7.2万元，超出平均收入水平的农户家庭占37.17%，农户内部收入差距不明显。

2. 生产投入产出特征

从种植投入角度看，农户进行农业生产的土地投入从0.07公顷到5.33公顷不等，作物平均耕作面积0.7公顷。平均每公顷物化投入0.54万元，种子、化肥、农药分别占比14.81%、61.11%、24.07%，人工投工量每公顷年平均1.21吨碳当量，机械投入费用每公顷平均0.24万元，其中农机覆盖农业生产比例达94.48%，农户自购农机比重25.18%。从收益角度看，未考虑环境产出的前提下，每公顷土地作物产出经济价值8.023万元、平均社会产出即单位土地作物产出量每公顷8.043吨。

3. 农业生产经营特征

从地块特征来看，农户平均地块数量3.307块/公顷，土地流转参与农户106户，其中正式签订流转合同的农户占比5.8%。加入生产组织合作社的农户比重为5%。农户采用协同耕作方式进行农业生产的平均协作强度为70.26%。56.83%的农户参加过农业技术培训，年均参加次数1.44次。农户实际贷款比例6.5%，具有贷款需求的农户占比达22.1%。289户农户在农业生产中选择购买农业生产性服务，购买收耕服务、播种插秧、灌溉排水服务的农户占比分别为66.9%、52.3%、37.4%。农户绿色生产技术采纳比例59.2%，选择节水、节药、节肥型农业技术的农户分别占51.6%、12%、19.4%。从农户化肥农药减量行为看，了解相关农业政策的农户166户，总体占比39.8%，实施化肥农药减量行为的农户198户，总体占比47.48%。

（二）基于碳投入产出视角的农业绿色生产评价

1. 农户绿色生产碳足迹总体评价

已有研究对于农业生产碳足迹的概念并未有过统一定义，有学者认为农业生产碳足迹指由农户生产活动释放到环境中或从环境中去除的温室气体总量（宋博等，2015）；也有学者将其定义为碳吸收所需要的生产性土地面积。考虑到农户所从事的农业生产活动兼具碳排放和碳吸收功能，在相关研究的基础上（崔瑜，2022；丁也璐等，2024），可将农户农业生产碳足迹定义为：消纳单位农业碳排放所需要的耕地面积。此外，农户农业生产碳排放、碳汇的测算及相关系数的获取参考已有文献做法（刘杨等，2022；马欣雨等，2024）。考察气体界定为由CO_2、CH_4、N_2O三种主要气体组成的温室气体，主要从农用物资投入、农田土壤利用、土壤呼吸3个维度，采用生命周期评价法（LCA）对碳排放进行核算。根据IPCC第5次评估报告结果，将CH_4和N_2O转化为CO_2的100年尺度增温潜势系数分别为28和265。测算结果如表1所示。

表1 农户农业生产碳足迹

农业绿色生产指标	农户总体	生产性服务		绿色生产技术		农户协作	
		参与	未参与	采纳	未采纳	高协作程度	低协作程度
每公顷碳排放（吨碳当量）	3.578	3.125	4.600	3.120	4.243	3.548	3.904
每公顷碳汇（吨碳当量）	8.642	8.383	9.228	8.609	8.691	8.745	7.520
每公顷净碳汇（吨碳当量）	5.065	5.258	4.628	5.489	4.448	5.197	3.616
碳足迹（公顷）	0.305	0.245	0.440	0.237	0.405	0.308	0.272

注：农业生产性服务范围涵盖灌溉排水服务、播种插秧服务以及耕地收耕服务，如购买其中一种服务即视为农户参与农业生产性服务；绿色生产技术包括节水（渠道硬化防渗、滴灌、喷灌、深松整地、塑料软管、地膜覆盖）、节药（生物农药技术）、节肥（测土配方施肥技术）3大类型，如选择其中一种技术则视为农户采纳绿色生产技术；将平均协作强度以上的农户划分为高协作程度农户组，平均协作强度及以下农户则归为低协作程度农户组。

（1）从服务参与分异视角看，服务参与农户整体碳排较农户总体低0.453吨碳当量/公顷，碳足迹相比农户总体低0.06公顷，每公顷净碳汇则高出总体平均水平0.193吨碳当量。一方面，服务未参与农户农业生产碳排放和碳足迹均高于服务选择农户，平均每公顷碳排放可高出1.475吨碳当量，每吸收单位碳当量温室气体排放需要多消耗耕地面积0.195公顷；另一方面，服务参与农户每公顷净碳汇相比未参与服务农户平均高0.630吨碳当量。

（2）从技术选择差异视角看，绿色生产技术采纳农户的单位耕地碳排放比农户平均水平低0.458吨碳当量/公顷，等量碳吸收条件下的土地投入较农户总体少0.068公顷，每公顷净碳汇高出农户总体0.424吨碳当量。与技术未采纳农户的综合碳效应对比发现，技术采纳农户平均每公顷碳排放和每碳

当量耕地分摊面积分别较技术未采纳农户低1.123吨碳当量和0.168公顷，单位面积净碳汇则相较技术未采纳农户高1.041吨碳当量。

（3）从农户协作分化视角看，高协作程度农户平均每公顷碳排放较农户总体和低协作程度农户分别低0.030吨碳当量、0.356吨碳当量。每公顷土地的碳汇和净碳汇则分别高出农户总体0.103吨碳当量、0.132吨碳当量，高出低协作程度农户1.225吨碳当量、1.581吨碳当量。在单位耕地碳吸收效率具有边际递减效应和环境污染负荷生态系统承载力有限的前提下，单位碳排放消纳所需耕地面积比农户总体多0.003公顷，相较低协作程度农户多0.036公顷。

2. 农户绿色生产碳结构分解评价

在碳足迹测算基础上，为深入探析各生产投入环节的碳源排放、碳汇吸收及相应的环境影响，对异质农户碳排放及碳汇进一步拆解，结果如表2和表3所示。总体上，除土壤和作物本身温室气体排放外，化肥的过量施用是造成农户生产碳排放的重要来源。土壤呼吸、土壤利用和农用化肥三大碳源在农业生产中占农户碳排总量的比例可达78.75%，相对而言，农业生产碳汇主要来自于由农作物进行光合作用所产生的碳吸收，平均碳汇贡献率达94.77%。

表2　农业生产碳排放分解项

农户类型		碳排放源								
		灌溉	农膜	种子	化肥	农药	人工	农用柴油	土壤利用	土壤呼吸
农户总体		0.310	0.001	0.029	0.371	0.189	0.037	0.194	1.125	1.321
		8.68	0.03	0.80	10.38	5.28	1.04	5.42	31.44	36.93
生产性服务	参与	0.363	0.002	0.030	0.346	0.169	0.033	0.204	0.659	1.320
		11.61	0.05	0.96	11.07	5.40	1.05	6.54	21.08	42.25
	未参与	0.192	0.000	0.026	0.429	0.234	0.047	0.171	2.178	1.323
		4.18	0.00	0.57	9.32	5.09	1.01	3.72	47.34	28.77
绿色生产技术	采纳	0.325	0.001	0.028	0.395	0.149	0.045	0.183	0.674	1.320
		10.40	0.04	0.89	12.66	4.77	1.45	5.87	21.62	42.30
	未采纳	0.290	0.001	0.030	0.337	0.247	0.026	0.210	1.780	1.323
		6.83	0.03	0.71	7.95	5.81	0.60	4.95	41.94	31.19
农户协作	高协作程度	0.293	0.001	0.028	0.369	0.194	0.034	0.200	1.107	1.321
		8.26	0.03	0.79	10.40	5.47	0.96	5.64	31.21	37.24
	低协作程度	0.505	0.000	0.033	0.393	0.130	0.071	0.127	1.321	1.323
		12.94	0.00	0.85	10.07	3.33	1.82	3.25	33.84	33.90

注：农户各类型对应每个碳排放源包含2个数据，从上到下依次为农户碳源排放绝对值（单位：吨碳当量/公顷/户）和农户碳源排放占比（单位：%）。

表3　农业生产碳汇分解项

农户类型		碳汇	
		光合作用	土壤固碳
农户总体		8.190	0.452
		94.77	5.23
生产性服务	参与	7.931	0.452
		94.61	5.39
	未参与	8.776	0.452
		95.10	4.90

表3续

农户类型		碳汇	
		光合作用	土壤固碳
绿色生产技术	采纳	8.157	0.452
		94.75	5.25
	未采纳	8.239	0.452
		94.80	5.20
农户协作	高协作程度	8.293	0.452
		94.83	5.17
	低协作程度	7.068	0.452
		93.99	6.01

注：农户各类型对应每个碳汇来源包含2个数据，从上到下依次为农户碳汇绝对值（单位：吨碳当量/公顷/户）和农户碳汇占比（单位：%）。

（1）服务分异下的碳源结构。农业生产性服务的减排优势可在土壤呼吸、土壤利用等碳排来源上得以体现。针对土壤利用碳排放，服务未参与农户每公顷碳排绝对值是服务参与农户的3.3倍以上。同时，单位土壤呼吸碳排量则平均超出服务参与农户5.13%。此外，生产性服务参与亦能有效降低化肥、农药等农业碳排，平均每公顷化肥、农药、人工碳排相较农户总体低7.23%、11.83%、12.12%，相较未参与服务农户低23.99%、38.46%、42.42%。

（2）技术差异下的碳源结构。绿色生产技术的采纳使农户在农药和土壤利用方面的碳排占比明显低于农户总体和未采纳农户。平均每公顷农药、土壤利用碳排可分别比农户总体低26.85%、66.91%，是未采纳农户同类碳源排放水平的60.32%、36.35%。虽然技术采纳使农户在作物灌溉等碳源上的排放量有所升高，但综合生产链而言，农户生产使用绿色生产技术引致的碳排增加量整体低于碳排减少量，从而整体上绿色生产技术的环境正外部效应大于负环境外部影响。

（3）协作分化下的碳源结构。高协作程度农户在灌溉、人工、土壤利用碳排及光合作用碳汇积累方面具有显著比较优势。其中，在人工碳源减排方面的表现最为明显，高协作程度农户较农户总体低8.82%，较低协作程度农户平均每公顷人工碳排低108.82%。此外，单位灌溉、土壤利用碳排分别较低协作程度农户平均每公顷低72.35%、19.33%，较农户总体平均每公顷减少5.80%、1.63%。光合作用碳汇的分项贡献比重相比低协作程度农户高17.33%、相比农户总体高1.26%。

3. 农户绿色生产碳效率综合评价

碳效率可表示为投入单位碳所产生的经济产量与经济价值等有效价值量（尹钰莹等，2016；陈儒等，2017）。通过对不同种植模式、不同经营规模以及具有生产性服务参与和绿色生产技术采纳异质农户的农业生产碳效率进行测算，可对农户农业生产带来的经济效益和环境效益进行有效分析和综合对比，从而为有效衔接农户与现代农业、推动农业生产绿色高质量发展提供现实依据与决策参考。农户农业生产综合碳效率可具体细分为生产效率（单位碳排放社会产出）、经济效率（单位碳排放经济产出）、生态效率（单位碳排放环境产出），相关计算参照陈中督等（2015）研究成果。

参与生产性服务和采纳绿色生产技术对提高农户的生产效益、经济效益和生态效益具有促进作用，通过生产性服务参与可使农户农业碳生产效率平均提高5.19%、经济效率提升6.7%、生态效率增加6.53%，而绿色生产技术的采纳使这一碳综合提升效应更加明显，以碳生产效益表现最佳。此外，高协作程度农户平均碳生产、经济、生态效率分别较低协作程度高35.91%、46.93%、35.47%，表明

农户之间协作程度的提高能够在提升单位碳产出效率的同时增加农户经济收益，促进碳汇积累，有助于缓解农业生产环境压力。

三、农户实现农业绿色发展的现实困境

农户与现代农业的有机衔接，是稳固农业基本盘、实现高质量发展、推进乡村振兴进程的必然要求。随着生产模式和经营主体需求结构的转变，农业绿色高质量发展的内涵属性向保障粮食安全、增加农民收入、提升产出效率、保护资源环境的方向进一步拓展(张露等，2020)。实现高水平农业绿色发展，最为基础也最为关键的是绿色全要素生产率能得到稳步提升，二者在本质上具有高度一致性(刘志彪等，2020)。因此，农业要实现绿色发展，就需要将协调资源投入、农业产出和生态影响三者的关系纳入农户生产的规划范畴内。但结合前文农户生产现状特征来看，以绿色高质量发展为导向的农业生产依然存在以下掣肘：

关于农业生产性服务参与，一是服务市场发育不成熟。从农户生产经营的现实特征来看，购买农业生产性服务的农户比例相对较低，仅289户农户选择购买，占比未达多数，且服务市场主体散弱小，规范标准与制度体系尚未统一。这导致农户难以获得高质量、标准化的服务，一方面，由于市场缺乏有效监管和规范，服务质量参差不齐，农户在选择服务时面临诸多风险。例如，在购买灌溉排水服务时，可能因服务不规范，导致水资源浪费或灌溉效果不佳，影响作物生长，进而制约农业绿色发展；另一方面，不成熟的市场使得服务价格不具稳定性，会增加农户的生产成本。二是服务供需匹配失衡：现实特征显示，农户平均作物耕作面积0.7公顷，土地规模的限制会影响其对生产性服务的购买能力和需求表达。由于单个农户获取服务需求量低，与供给主体大型机械作业的特点不相匹配，从而易被服务经营主体忽视，服务需求未得到充分满足。一方面，农户有降低碳排放、提高生产效率等潜在服务需求，但因耕作面积受限等因素无法有效转化为实际需求；另一方面，市场提供的服务未能精准对接农户需求，如针对小规模农户的绿色生产性服务供给不足，这种供需失衡使得服务资源无法得到优化配置，农户难以通过服务参与实现绿色发展目标。三是服务信息不对称。仅有56.83%的农户参加过农业技术培训，年平均参加次数1.44次，这反映出农户获取服务相关信息和技术培训的机会有限，导致较多农户不了解不同生产性服务类别在农业绿色生产方面的作用和效益。

关于绿色生产技术采纳，一是绿色生产技术具有采纳成本高和效益不确定性。农户生产投入产出特征显示，每公顷物化投入0.54万元，绿色生产技术采纳比例仅59.2%，从环境评价来看，绿色生产技术采纳农户的单位耕地碳排放虽低，但技术应用初期成本高，如节水技术中的滴灌、喷灌设备购置和铺设费用较高。这对于资金流动性约束强的农户来说，高额的前期投入是巨大负担，同时，技术效益的显现需要时间，如节药技术可能在短期内无法明显提高作物产量或降低成本，农户面临投入产出不匹配的风险，从而会降低农户的绿色技术采纳意愿，不利于农业绿色发展。二是技术操作难度大且农户知识技能缺乏。由于农户户主平均受教育年限为6.05年，初中及以上受教育程度的农户占比41.25%，整体受教育程度不高，因此，在绿色生产技术采纳方面，部分农户因操作不当出现化肥和农药集中使用现象。在绿色生产技术应用专业性较强的前提下，农户受教育程度对农户接纳和掌握新技术的能力产生限制，导致实际技术效果不佳，甚至对环境和作物产生负向影响，降低农户对绿色技术的采纳意愿。三是绿色生产技术推广与培训不足。参加农业技术培训的农户比例不到60%，且年平均参加次数较少，在绿色生产技术采纳中，节水、节药、节肥型农业技术的采纳农户比例分别为51.6%、12%、19.4%，表明现阶段农业绿色技术推广体系不完善，农户无法及时、全面了解新技术信息，缺乏有效的培训使得农户难以掌握技术要点，在应用过程中遇到问题无法及时解决，农户可能因不熟悉测土配方施肥技术的操作流程，而无法充分发挥其节肥增效的作用，从而阻碍了绿色生产技术的广泛应用。

关于农户生产协作，一是缺乏协作意识造成信任障碍。加入生产组织合作社的农户比重仅为5%，表明传统小农思想使农户更关注个体利益，对合作可能带来的好处认识不足，导致农户组织化程度较低，协作意识淡薄。而协作意识和农户信任的缺失，会限制生产要素的优化组合，难以形成规模效应，不利于农业绿色发展中的资源整合和技术共享。二是组织协调与管理能力弱。一方面，农户参加农业技术培训次数有限，缺乏有效的组织协调主体和种植经验交流机会；另一方面，农户主观感知生产协作的平均强度仍有30%的合作提升空间。专业的组织协调机构和人才的缺失使得农户在协作生产过程中不能有效规划生产活动、调配资源和解决问题，可能因组织协调不力，导致生产环节衔接不畅，影响生产效率和绿色技术的应用效果，从而制约农业绿色发展中的规模化和集约化经营。

四、农户实现农业绿色发展的实践路径

（一）以服务为抓手拓展农户实现农业绿色发展路径

深化农业分工，以农业生产性服务作为农业经济增长着力点，为实现农业绿色生产创造条件。生产性服务主要通过组织创新、知识传导、技术转移或示范在农户农业生产过程中发挥服务效应，是引导农户与高质量绿色发展接轨的重要载体，完善农户为主要服务对象的农业生产性服务体系应是当前高质量发展向纵深化方向延伸的侧重点。就政府层面而言，应积极发挥生产服务引导作用，为农业生产的各服务环节主体提供全方位的技术支撑。在农业机械化服务环节，组织专业技术人员为农户提供农机操作培训和维修保养指导，确保农机高效安全运行；在农资供应服务方面，加强农资质量监管，为农户提供绿色、环保、高效的农资信息。同时，政府应出台激励性补贴政策，鼓励生产性服务主体积极参与，对提供绿色生产技术服务的企业给予税收优惠，并对开展绿色防控服务的合作社给予财政补贴。就农户层面而言，应开展多种形式的生产合作，一方面，农户可根据自身种植类型，联合周边农户成立专业合作社，在合作社内部共同制定生产计划、采购农资，实现资源共享、风险共担。另一方面，在村集体的带领下成立村级集体经济组织，推行联耕联播联种，由村集体带领进行资源整合利用，统一规划作物种植品种和种植时间，为引进大型农机设备规模化作业提供前提条件，不仅能够提高生产效率，并且可以降低生产成本。通过这种协同经营方式，提升农户服务市场竞争力，增强其在服务参与中的主体地位和与服务提供商谈判的话语权，从而有效缓解生产性服务供需结构不匹配问题。

（二）以技术为支撑增强农户实现农业绿色发展潜力

靶向功能定位，建立以绿色生产技术为核心的农业技术创新体系，因人因地制宜破除农户两型技术采纳困境。绿色生产技术的应用有利于降低农户生产的环境平衡压力、实现农业绿色转型，在节约能源消耗和提升农资利用率方面具有显著优势。一方面，建立以绿色生产技术为核心的农业技术创新体系至关重要。科研机构和企业应加大研发投入，针对不同地区的农业生产特点，研发具有针对性的绿色生产技术，在水资源短缺地区，推广更新滴灌、微喷灌等高效节水灌溉技术，提高水资源利用率；在土壤肥力较低地区，研发生物肥料、有机肥料生产技术，以改善土壤结构，提升土壤肥力。同时，技术推广主体或部门可通过举办现场示范会、发放技术资料等方式使农户直观了解技术优势，增强农户绿色生产技术的采纳意愿。另一方面，考虑到农户自身禀赋差异以及地形、土壤等环境因素对技术选择的影响，应开展精准化的技术培训。针对年轻、受教育程度较高的农户，可组织较为深入的技术培训课程，包括农业物联技术、智能设备操作技术等；而对于年长、受教育程度较低的农户，需要采用实地示范、一对一指导等通俗易懂的方式，传授简单实用的绿色生产技术，如病虫害防治、合理施肥技巧等。此外，通过与农业院校、科研机构合作，培养一批既懂农业技术又懂经营管理的专业化、职业化农业技术人才队伍。这些人才不仅能够为农户提供技术咨询和指导服务，还能参与到农业生产服务组织中，推动农业生产的现代化转型，为农户创造更多就业机会。

（三）以协作为导向奠定农户实现农业绿色发展基础

统筹生产经营，以培育农村集体经济组织为依托，激活农户协同合作效应，加速资源整合，发挥潜在规模经济。组织化程度作为农业生产经营环节的重要组成部分，不仅是决定农户是否采纳绿色生产技术和进入生产服务范畴的关键所在，也是优化生产要素投入配比、提高资源配置效率、促进机械替代劳动力、改善资本有机构成的基础和前提。首先，应完善和健全农村集体经济组织，以政府为主导，明确集体经济组织产权关系、管理机制和利益分配方式，在政府指导下制定村集体经济组织运行章程，明确村集体资产所有权归全体村民所有，将所得营利收益按村民持股比例进行分配，增强村民对集体经济组织信任程度和参与积极性。其次，针对因道德风险和逆向选择而在农户组织化进程中处于弱势地位的农业生产合作组织，政府应给予其资金扶持、技术指导和政策倾斜，例如设立专项扶持资金，为合作组织提供低息贷款，用于购置农业生产设备、建设仓储设施等；派遣农业生产专家深入合作组织，为农户提供种植养殖技术指导、市场信息分析等服务；并且在政策上对开展绿色生产、符合环保标准的合作组织给予优先扶持，从而为充分发挥农户协作在绿色技术采纳和生产性服务参与方面的外部效能提供基础支撑和保障，促进生产要素优化配置，加速农户向高质量持续绿色生产转型。

参考文献

[1] 程琳琳. 中国农业碳生产率时空分异: 机理与实证[D]. 武汉: 华中农业大学, 2018.

[2] 潘安. 中国农业贸易的碳减排效应研究[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2017, 16(4): 25−33.

[3] 杨子, 张建, 诸培新. 农业社会化服务能推动小农对接农业现代化吗?——基于技术效率视角[J]. 农业技术经济, 2019(9): 16−26.

[4] 祝宏辉, 杜美玲, 尹小君. 节水农业技术对绿洲农业生态效率的影响: 促进还是抑制?——以新疆玛纳斯河流域绿洲农业为例[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(10): 34−41.

[5] 张文英, 王丁怡, 陆迁. 农业生产性服务对农户绿色生产行为的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2024, 38(8): 21−30.

[6] 陈苏, 陈义凯, 周谷珍. 农户化肥减量替代的选择偏好及其价值估算——以绿肥种植为例[J/OL]. 中国农业资源与区划, 1−13[2024−10−11]. http: //kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.S.20240606.1650.002.html.

[7] 刘同山, 牛立腾. 农户分化、土地退出意愿与农民的选择偏好[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(6): 114−120.

[8] 侯麟科, 仇焕广, 白军飞, 等. 农户风险偏好对农业生产要素投入的影响——以农户玉米品种选择为例[J]. 农业技术经济, 2014(5): 21−29.

[9] 张婷, 穆月英. 农地细碎化对农户节水技术采纳的影响[J]. 农业现代化研究, 2024, 45(5): 873−885.

[10] 钟真, 蒋维扬, 李丁. 社会化服务能推动农业高质量发展吗?——来自第三次全国农业普查中粮食生产的证据[J]. 中国农村经济, 2021(12): 109−130.

[11] 孔祥智, 穆娜娜. 实现小农户与现代农业发展的有机衔接[J]. 农村经济, 2018(2): 1−7.

[12] 芦千文, 丁俊波. 农业生产性服务业高质量发展的认识误区和“十四五”推进策略[J]. 农业经济与管理, 2021(2): 22−31.

[13] 王宁柯, 张瑞, 章胜勇, 等. 土地托管、绿色技术采纳行为对农业生产效率的影响[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 45(6): 70−82.

[14] 史常亮. 土地流转对农业高质量发展的影响——基于绿色全要素生产率视角[J]. 自然资源学报, 2024, 39(6): 1418−1433.

[15] 张露, 罗必良. 中国农业的高质量发展: 本质规定与策略选择[J]. 天津社会科学, 2020(5): 84−92.

[16] 王忠林. 以“空壳社”清理行动为契机促进农民专业合作社规范化发展[J]. 农业经济与管理, 2019(4): 5−9.

[17] 孙新华. 土地经营权整合与土地流转路径优化[J]. 经济学家, 2023(3): 120−128.

[18] 张建锋. 专业化分工视角下稻农的合作及其治理[D]. 重庆: 西南大学, 2020.

[19] 张露, 罗必良. 小农生产如何融入现代农业发展轨道?——来自中国小麦主产区的经验证据[J]. 经济研究, 2018, 53(12): 144−160.

[20] 宋博, 穆月英. 我国省域设施蔬菜生产碳排放的影子价格[J]. 农业技术经济, 2015(8): 53−63.

[21] 崔瑜. 中国农业碳足迹与经济发展协调性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.

[22] 丁也璐, 赵娜娜, 黎明, 等. 陕北农田作物生产碳源/汇及碳足迹空间特征[J]. 生态学报, 2024, 44(11): 4574-4583.

[23] 刘杨, 刘鸿斌. 山东省农业碳排放特征、影响因素及达峰分析[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2022, 30(4): 558-569.

[24] 马欣雨, 穆月英. 碳视角下的粮食生产环境技术效率评价——基于超效率SBM-Undesirable模型[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 45(3): 26-35.

[25] 尹钰莹, 郝晋珉, 牛灵安, 等. 河北省曲周县农田生态系统碳循环及碳效率研究[J]. 资源科学, 2016, 38(5): 918-928.

[26] 陈儒, 邓悦, 姜志德. 农业生产项目的综合碳效应分析与核算研究——基于陕西安塞的农户调查数据[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2017(3): 23-34+150.

[27] 陈中督, 吴尧, 逄晋松, 等. 湖南省双季稻生产系统碳效率[J]. 应用生态学报, 2015, 26(1): 87-92.

[28] 刘志彪, 凌永辉. 结构转换、全要素生产率与高质量发展[J]. 管理世界, 2020, 36(7): 15-29.

（责任编辑: 肖舒苑）

Research on Realistic Characteristics and Path Optimization of Farmers Achieving Green Development of Agriculture

MU Yueying, ZHANG Ting

(College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Farmers' household management is the basic pattern of agricultural management in China. How farmers realize the green development of agriculture is related to the overall high-quality development of agriculture in China. Based on the sample data of farmers in Shandong, Henan, Hebei and Anhui provinces in 2022, this paper analyzes the characteristics of farmers' agricultural production and operation, and discusses the path of carbon measurement and farmers' green development of agriculture by constructing the research framework of "service-technology-collaboration". The main conclusions are as follows: Firstly, whether farmers accept agricultural productive services, whether they adopt green production technology, and the degree of cooperation among farmers lead to differences in agricultural green development. Secondly, the immature development of agricultural producer service market, high cost of green production technology adoption, uncertain benefits, lack of cooperation awareness and trust barriers among farmers are the practical difficulties for farmers to achieve green development of agriculture. Finally, it is proposed that farmers should take service as the starting point to realize the green development of agriculture and deepen the division of agriculture; targeting function positioning by technologies; taking cooperation as the guidance to coordinate agricultural production and management.

Key words: farmers; green development of agriculture; agricultural productive services; carbon efficiency