

# 农业数字化转型：内在机理、潜在风险与应对机制

## ——基于浙江YN公司的“三位一体”共营制实践

郑阳阳<sup>1</sup>, 刘瑞峰<sup>2\*</sup>

(1.温州大学 商学院, 浙江 温州 325035; 2.河南农业大学 经济与管理学院, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 全面推进农业数字化转型不是盲目随机的, 而是在“变”与“不变”中呈现出农业现代化发展的内在机理。不变的中国式农业现代化战略目标, 变化的资源环境条件、劳动力结构、数字化技术发展以及政府农业政策导向之间的张力和矛盾, 驱动了农业数字化转型。从政府、企业和农户多主体角度出发剖析可知, 在农业数字化转型中, 政府面临“精英俘获”风险, 企业面临资产专用性风险, 农户面临生产要素缺失风险。以浙江YN公司的案例分析表明, “三位一体”共营制模式能够发挥各主体优势, 有效化解农业数字化转型中的风险, 推动农业数字化转型的成功实施, 形成一个多赢、高效的生态系统。

**关键词:** 农业数字化; 潜在风险; 农业共营制; “三位一体”模式

中图分类号: F323; F49 文献标识码: A 文章编号: 1009-2013(2025)01-0013-11

## Agricultural digital transformation: Its internal mechanism, potential risk and coping mechanism—Based on the “trinity” co-management system of Zhejiang YN company

ZHENG Yangyang<sup>1</sup>, LIU Ruifeng<sup>2\*</sup>

(1.Business School, Wenzhou University, Wenzhou 325035, China;

2.College of Economics and Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** The comprehensive promotion of agricultural digital transformation is not blind and random, but presents the inherent mechanism of agricultural modernization development in “changing” and “unchanging”. The tension and contradiction between the unchanging strategic goal of Chinese agricultural modernization, and the changing resource and environmental conditions, the structure of the labor force, the development of digital technology, and the government’s agricultural policy orientation have driven the agricultural digital transformation. From the perspective of multiple subjects including government, enterprises and farmers, it can be seen that in agricultural digital transformation, the government faces the risk of “elite capture”, enterprises face the risk of asset specificity, and farmers face the risk of production factor deficiency. The case analysis of Zhejiang YN Company shows that the “trinity” co-management model can give full play to the advantages of each subject, effectively resolve the risk in agricultural digital transformation, promote the successful implementation of agricultural digital transformation, and form a win-win and efficient ecosystem.

**Keywords:** agricultural digitization; potential risk; agricultural co-management system; “trinity” model

### 一、问题的提出

党的二十届三中全会提出要加快构建促进数字经济高质量发展体制机制, 完善促进数字产业化和产业数

字化政策体系。农业数字化转型是发展新质生产力, 也是中国由“农业大国”迈向“农业强国”的必然要求。近年来, 国家高度重视农业数字化转型, 并将其作为实现乡村振兴战略和农业农村现代化的重要抓手。《“十四五”数字经济发展规划》明确指出, 要大力提升农业数字化水平, 创新发展智慧农业, 推进农业生产、加工、销售、物流等各环节的数字化转型, 旨在构建更加高效、智能、绿色的现代农业体系。《数

收稿日期: 2024-12-09

基金项目: 国家社会科学基金青年项目(21CJY049)

作者简介: 郑阳阳(1990—), 男, 河南许昌人, 博士, 副教授, 主要研究方向为农业经济理论与政策。\*通信作者。

字农业农村发展规划(2019—2025年)》提出了建设数字乡村的战略任务和发展目标,强调以信息化手段支撑农业农村全面发展,促进农业产业链现代化升级<sup>①</sup>。农业数字化转型不仅是中国国家战略的重要组成部分,而且是推动农业可持续发展的关键手段,对提高农业效率和质量具有重要意义<sup>[1]</sup>。具体而言,农业数字化通过电子农情监测、传感和数据分析等智能手段辅助科学决策,最大限度减少投入,降低成本,减少交易过程中的不确定性,实现了农业智能化、产业化、高效化生产<sup>[2,3]</sup>。同时,利用数字化技术加强农产品可追溯能力,确保从农田到餐桌全过程的信息透明,可以更好地保障农产品质量安全,更好地满足消费者需求<sup>[2,4,5]</sup>。

目前,关于农业数字化转型的研究主要集中在三个方面。第一,农业数字化转型的影响因素。农业数字化转型受宏观政策制定、三产融合发展、科技企业数字化领域布局以及消费者需求升级等因素驱动<sup>[6]</sup>,其障碍因素主要在于经营主体应用能力不足、财政投入不足、标准化缺失、研发投入不足、关键核心技术自主创新不足等<sup>[1,7,8]</sup>。第二,农业数字化转型的绩效。理论层面,农业数字化通过生产、流通和销售环节的数字化实现价值再创造,在农户、市场中介、消费者和生产性服务商之间实现价值再分配<sup>[9]</sup>,农业生产经营数字化使农业从“靠天吃饭”到“产销耦合”<sup>[10]</sup>,降低农业全产业链交易成本,显著提升农户经济收益,通过提高生产效率、拓宽销售渠道、促进农业结构升级等促进农民增收<sup>[11,12]</sup>。第三,农业数字化转型的实现路径。从国外经验看,西方发达国家主要通过“政产学研用”耦合互通推动技术创新、以企业为主体发展数字农业、加强信息基础设施建设、区域集群发展数字农业以及强化政策支持力度等来推动农业数字化转型<sup>[13,14]</sup>。从国内实践看,农业数字化转型需要因地制宜打造数字化特色产业,分区域强化信息化基础设施建设,全面提升农业经营主体数字化素养与技能,发挥政府的引领和带动作用,注重关键核心技术的自主研发<sup>[1,10]</sup>。

农业数字化转型是一个系统过程,涉及政府、新型农业经营主体和农户等多个主体,需要从多主体协同视角进行深入探讨<sup>[6]</sup>。既有研究多从宏观层面单一视角探讨农业数字化转型,较少从微观层面关注农业数字化转型的潜在风险。现实中,农业数

字化转型具有高资本投入和低短期回报等特点,带来了潜在的经济和社会风险,不仅可能削弱农业经营者采纳数字化技术的信心,还会在一定程度上加剧农业发展的不公平,形成“马太效应”。有鉴于此,本文从农业现代化的战略目标、农业生产约束条件和政府农业政策导向的“变”与“不变”中把握农业数字化转型的内在逻辑,并区别于已有研究从政府、企业和农户多主体出发剖析农业数字化转型的潜在风险,然后基于“政府+农户+企业”共营制的实践具体探讨农业数字化转型中的潜在风险及其化解机制,以期为推进中国农业数字化转型提供参考。

## 二、农业数字化转型的内在机理

全面推进农业数字化转型不是盲目随机的,而是在“变”与“不变”中呈现出农业现代化发展的内在机理。

### (一) 不变: 农业现代化的战略目标

改革开放以来,国家对农业现代化的重视程度提升到一个新的高度。1979年出台的《中共中央关于加快农业发展若干问题的决定》明确提出,“实现农业现代化,要积极地有计划地开展农业机械化的工作”,把农业机械化作为实现农业现代化的重要部署。1982—1987年,中央一号文件均对农业机械化提出要求,目的是“走出一条具有中国特色的社会主义的农业发展道路”,认为“农业机械化必须有步骤、有选择地进行”。这一时期的农业机械化由“计划”走进“市场”,允许农民私人购买小型农业机械,并允许其从事营利性生产活动,小型农机的迅速发展有效提高了农业生产效率。2003年,中国农业机械总动力达到6.04亿千瓦<sup>②</sup>。

随着劳动力非农就业转移和农业经营规模的扩大,劳动力生产要素价格提高,大量农户开始把农业生产环节外包给专业的社会化服务组织,为提高农业生产效率,大型农业机械数量明显增加。2004年,国家通过《中华人民共和国农业机械化促进法》,通过强制性激励政策弥补市场失灵,“对农民和农业生产经营组织购买国家支持推广的先进适用的农业机械给予补贴”“鼓励跨行政区域开展农业机械作业服务”,标志着农机发展进入法制化轨道。国家农机购置补贴从2004年的0.7亿元增加

到2018年的174亿元。2017年,党的十九大报告提出“加快推进农业农村现代化”战略任务,进一步明确了农业现代化方向。这一时期农机社会化服务组织快速发展,大型农业机械能够有效替代劳动力,推动农业规模化经营,提高农业生产效率,实现小农户与现代农业的有机衔接<sup>[15,16]</sup>。2018年,中国农业机械总动力增加到10.04亿千瓦<sup>②</sup>。

《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》提出“鼓励对农业生产进行数字化改造”“加快农业现代化步伐”。农业数字化转型是指将信息化、数字化技术运用到农业生产过程中,为农业现代化发展注入新动能,能够通过生产的智能化和精准化降低农业生产成本、提高农业生产效率、保障农产品质量、降低农产品市场风险以及深化一二三产业融合,是促进传统农业向现代农业转型的重要手段<sup>[17,18]</sup>。2019年之后,国家出台一系列政策文件推进农业数字化转型,其本质是实现农业现代化<sup>③</sup>,这些纲领性政策文件均提出要充分发挥信息化在乡村振兴中的驱动作用,通过加快数字化技术的应用,提升农业生产、管理与服务的智能化水平,从而全面推进农业农村现代化。

没有机械化就没有农业现代化,而农业数字化无疑是农业现代化发展的制高点和发展方向。

## (二)变化:农业生产约束条件和政府农业政策导向

随着农业经济发展,资源环境条件恶化和劳动力结构性问题严重威胁中国农业的可持续发展,然而,传统农业机械化并不能减少化肥、农药和水资源的投入,虽然农业机械化发展在较长的时期内能够有效替代劳动力,但随着劳动力相对要素价格的不断攀升,需要更廉价的生产要素来替代稀缺昂贵的劳动力要素。农业数字化能够通过智能化和精准化生产来减少化肥、农药的使用和水资源的浪费,减少劳动力投入,为农业发展注入新的动力。与此同时,政府政策导向的变化也深刻影响农业数字化发展。

### 1. 农业生产约束条件

(1) 资源环境条件变化。中国作为农业大国,在农业现代化的进程中,以“高投入、高污染、高排放”的粗放型经营方式带来农业经济快速增长的同时,农业面源污染也越来越严重。根据2010年中国《第一次全国污染源普查报告》,农业面源污染

已超过点源污染,成为中国水环境污染的最大污染源。以农业面源污染重要诱因的化肥、农药为例,化肥、农药施用量远高于世界平均水平<sup>[19]</sup>,不仅降低了土壤有机质含量,引起土壤理化性状恶化,加剧土壤酸化,污染农田生态环境,也导致农产品品质下降,增加了农业生产成本,降低了农业生产效率<sup>[20,21]</sup>。从水资源总量看,中国属于严重缺水的国家,虽然2023年中国水资源总量达2.58万亿立方米,但人均水资源量远低于世界平均水平<sup>④</sup>。进一步从空间分布看,南方水资源比较丰富但是耕地较少,北方水资源短缺却是粮食主产区。北方地区拥有全国64.1%的耕地,但是水资源仅占19%<sup>[22]</sup>。水资源与土地资源不匹配加剧了水资源短缺,而且,中国水资源利用率不高。水资源低效利用导致水资源浪费,严重威胁国家粮食安全,特别是极端天气情况下形势会更严峻。

进入新时代,中国农业向绿色高质量发展迈进,注重降低资源消耗,减少环境污染,提高农业综合效益和竞争力,国家出台了一系列相关政策文件推进农业绿色发展<sup>⑤</sup>。农业数字化转型为实现农业绿色发展提供了一种可行路径。农业数字化能够通过农业传感器等数字化技术使农业生产经营者及时了解土壤的温度、湿度以及空气的二氧化碳浓度,根据农作物需求进行精准灌溉和施肥,实现农业生产的精准化和智能化,能够有效提高农药、化肥和水资源的利用效率,解决传统农业的“靠天吃饭”问题。如山东兰陵县种植蔬菜的8个农业数字化示范点,通过大数据、云计算等数字化技术实现水、肥、药的精准化控制,平均减少农药施用频次3~5次/亩,减少农药施用量30%,节约灌溉用水25%,化肥利用率提高20%,每亩增收18%,在保护环境的同时提高了农产品效益<sup>⑥</sup>。

(2) 劳动力结构性变化。改革开放以来,随着工业化城镇化的不断推进和户籍制度的逐步放宽,农业劳动力不断地从农村流向城市,从农业生产领域向非农领域转移。从农村劳动力数量看,2023年全国农民工总量为2.97亿,农村就业总人口占就业总人口比重为36.48%。从产业结构来看,2023年第一产业就业人口为1.7亿,第一产业就业人口占总就业人口比例22.8%;从农村劳动力结构来看,2023年65岁及以上的农村人口占比15.4%<sup>⑦</sup>。根据二元经济

模型,农业部门劳动生产率较低,劳动力从农业部门向工业部门转移,两部门之间的差距主要表现为工资差异。随着工业化城镇化的不断推进和户籍制度的逐步放宽,在比较利益的驱使下,农村劳动力向城市转移以获得更高报酬。与此同时,非农收入占农民总收入的比重也越来越大,根据国家统计局第五次全国经济普查公报,2023年农村居民的非农收入占比在60%以上。在当前及未来一段时间内,中国仍将处于快速工业化和城镇化阶段,农村劳动力会持续向非农产业转移,农村劳动力数量将不断减少,老龄化程度会更加严重。

诱致性技术变迁理论认为,资源稀缺性变化所引起的要素相对价格变化会对技术变革产生诱致性作用,在价格信号的作用下,借助市场机制实现廉价的相对丰裕要素对昂贵的稀缺要素的替代<sup>[23-25]</sup>。Hayami&Ruttan通过对美国和日本1880—1960年的农业发展研究验证了上述理论,在资源约束不同的条件下,美国和日本的农业技术发展变化都是由当时国内要素价格变化引起的<sup>[26]</sup>。随着非农就业的增加,机械变成一种廉价且相对丰裕的要素,而劳动力成为相对昂贵稀缺的要素,作为理性的经济人,农户会主动地用廉价的要素替代昂贵的要素,即用机械替代劳动力。但随着农村劳动力持续减少和劳动力成本不断攀升,需要农业数字化来替代劳动力。农业数字化能够通过智能农机、物联网系统实现智能化生产,减少劳动力投入,提高农业生产效率。如山东兰陵县的农业数字化示范点,通过智能化生产节省用工30%~40%,劳动生产率提高18%以上<sup>⑥</sup>。

(3) 数字化技术发展变化。当前,农业数字化技术蓬勃发展,不断催生出农业生产的新模式和新业态,深刻改变着农业生产格局,实现农业数字化转型与中国数字化技术发展密切相关。从互联网基础设施看,中国互联网信息基础设施不断完善。截至2022年6月,千兆光网具备覆盖超过4亿户家庭的能力<sup>⑦</sup>。从网民规模看,中国网民数量呈现爆发式增长。2023年,网民规模增长至10.92亿人,互联网普及率提高至77.5%,农村地区互联网普及率提高到66.5%<sup>⑧</sup>。为推动农业数字化发展,国家出台《“互联网+”现代农业三年行动实施方案》《“十三五”全国农业农村信息化发展规划》等政策文件,为农

业数字化发展提供了坚实的基础。从国际发展趋势看,西方发达国家高度重视农业数字化发展,将数字乡村建设作为优先发展方向,通过共同农业政策、“地平线欧洲”计划等推动农业数字化发展。据统计,2019年德国和英国农业数字经济渗透率分别达到23.1%和27.5%<sup>⑨</sup>。当前,在“数字中国”战略指引下,中国正全面推进农业全产业链数字化转型,加快实现农业现代化。

## 2. 政府农业政策导向

政府政策通常具有明确的指引性和方向性,能够引导公众未来预期,某项政策的实施可能会在未来相当长的时间内对公众行为产生持续影响,农业政策尤为如此,会对农户的行为习惯产生深远的影响。改革开放以来,中国出台了一系列惠农政策来推动粮食增产和农民增收,然而中国长期以来粗放型农业生产经营方式带来了严重的环境问题。党的十八大以来,绿色发展逐渐成为农业发展的趋势和主流方向,从“两山理论”到“双碳战略”,从农业供给侧改革到农业高质量发展,农业绿色发展理念正在逐步实践和深化。中国农业政策目标也从“增产”转向“提质”,突出农业发展的绿色化。二十大报告进一步明确提出,要加快发展方式绿色转型,实施全面节约战略,推动形成绿色低碳的生产方式。同时,随着大数据、人工智能等信息技术的发展,农业数字化转型成为各国竞争的新高地,中国政府审时度势,提出数字乡村战略,把数字乡村建设放在数字中国建设的重要位置。从顶层设计看,中国政府出台《数字乡村发展战略纲要》《数字乡村发展行动计划(2022—2025年)》《数字中国建设整体布局规划》等一系列纲领性文件,明确农业数字化发展的重点任务和行动目标,为农业数字化转型擘画发展蓝图。从实践层面看,各地方政府从信息基础设施和大数据平台建设、农民数字素养培训、数字金融服务支撑等方面来推动农业数字化转型。《数字农业农村发展规划(2019—2025年)》提出“预期到2025年,农业数字经济占农业增加值比重上升到15%,年均增长10.8%”。

绿色化和数字化是新时代农业高质量发展的必然选择和内在需求。2021年《“十四五”国家信息化规划》明确提出“以数字化引领绿色化,以绿色化带动数字化”。2023年《数字中国建设整体布

局规划》进一步提出，“加快数字化绿色化协同转型”。农业数字化能够通过数字技术来推动农业绿色发展，为农业绿色发展注入新的动力，绿色化能够引领农业数字化升级，将农业绿色理念融入数字技术的发展过程，未来中国农业发展将围绕数字化绿色化协同转型升级展开。

实现农业数字化转型既是解决农业现实问题也是把握历史发展机遇，但无论是发展农业机械化还是实现农业数字化转型，一个不变的目标是实现中国式农业现代化。总体来看，正是不变的中国式农业现代化目标与变化的农业生产约束条件和政府政策导向之间持续的张力和矛盾驱动农业数字化转型。农业数字化转型的内在机理如图1所示。

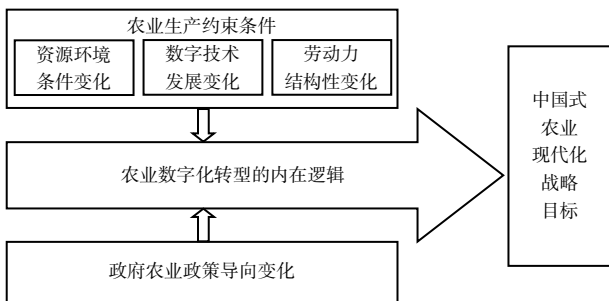


图1 农业数字化转型的内在机理

### 三、农业数字化转型的潜在风险

农业数字化转型涉及多个主体，不同主体基于“成本—收益”进行数字化转型决策，力求实现利益最大化，当成本大于收益时，即主体面临的潜在风险较高时便不愿意参与数字化转型。本部分主要基于政府、企业和农户三个主体探讨农业数字化转型的潜在风险。

#### （一）政府：“精英俘获”风险

政府作为政策制定者和资金供给者，在农业数字化发展过程中发挥着举足轻重的作用。国家出台各项政策措施推动农业数字化转型。2019年，中共中央和国务院办公厅出台《数字乡村发展战略纲要》，首次提出夯实农业数字基础，推进农业数字化转型。2022年，中央网信办等十部门印发《数字乡村发展行动计划（2022—2025）》，进一步提出大力提高农业数字化水平，创新发展智慧农业。

政府在对农业数字化项目扶持过程中容易出现“精英俘获”风险。一般来说，农业数字化设施需要投入大量的资金和技术，而小农户普遍教育程

度较低，缺乏资金和技术，没有能力去承担政府农业数字化项目。对于乡村精英，他们具有较强的经济实力和技术能力，接触的农业政策信息较多，善于把握农业发展机遇，更容易获得政府农业数字化项目。政府对于“精英俘获”现象也保持默许的态度，认为乡村精英能够更好地实施农业数字化项目，也更倾向于有经济实力、有经营管理能力的精英<sup>[27]</sup>。如在政府对农业数字化转型给予资金扶持政策下，温岭市农业农村局规定，重点支持农业物联网示范基地、数字农业工厂等建设，并按项目智能化设施硬件和软件投资总额，给予50%、最高150万元的补助。实践中，一方面，物联网示范基地或者数字农业工厂等本身具有一定的经济和技术实力，在申报项目时更容易获得资助；另一方面，政府也愿意选择具有实力的新型经营主体。这与政府开展农业数字化的最终目标大相径庭，中央政府和地方政府出台多项政策措施支持小农户运用先进技术、物质装备等发展智慧农业。在农业数字化转型过程中，“精英俘获”把小农户排斥在外，导致小农户利益边缘化。

#### （二）企业：资产专用性导致的资金风险和契约风险

农业企业作为新型农业经营主体，在推动农业数字化转型中扮演着至关重要的角色。数字化转型不仅有助于提升企业的绩效，还能够促进整体农业数字化水平的提高。西方发达国家的经验也证明了农业企业在推进农业数字化过程中的重要作用<sup>[14]</sup>。然而，农业企业在数字化转型过程中面临显著的资产专用性风险，这种风险源于企业在特定投资上的“锁定”效应。农业数字化转型要求企业在定制化数字技术平台、智能农机设备等方面投入大量不可转移的资源，相应的资产具有高度的专业性和不可替代性。一旦市场需求变化或合作关系破裂，这些资产难以转移到其他用途，从而导致严重的经济损失。具体而言，资产专用性通过资金风险和契约风险两个主要渠道对企业构成风险。

首先，资产专用性直接关联企业的资金风险。尽管农业企业有一定的规模和经济实力，但农业数字化转型涉及较高的前期投资成本，数字化设施的投资对农业企业而言是一笔不小的开支。例如，调研显示，温岭一家农业公司投资15亩玻璃大棚大约需要1000万元人民币，即使政府补贴50%的数字化

设施费用(最高150万元),这对于企业来说仍然是较大的财务负担。农业作为弱质性产业,其自我积累能力较弱,加上农产品需求弹性小,市场竞争力较弱,而企业在面对经营风险时通常倾向于基于“成本—收益”分析来决定是否进行数字化转型,当企业评估认为资金风险过高时,可能会选择放弃数字化转型,以规避潜在的经济损失。其次,资产专用性还会加剧契约风险。农业数字化设施通常具有较强的资产专用性,如果改为其他用途,其价值会显著降低,甚至会变得毫无价值,因此,经营者需要对土地使用权有较强的稳定性预期。现实中,考虑到中国农村土地第二轮承包到期为2027年,经营者与土地承包者需在此后重新签订合同,这会导致土地使用权不稳定。土地使用权不稳定表现为流转期限短、流转合同约定力弱等。此外,农民法律意识淡薄还可能对外来经营者“敲竹杠”的情况发生。稳定的土地使用权会激励农户对土地进行长期投资,而不稳定的土地使用权则增加了农业长期投资的不确定性,降低了农业企业长期投资的意愿<sup>[28]</sup>。代理人道德风险也是契约风险的重要组成部分。农业企业一般雇佣农户并向其支付工资,但由于缺乏有效的激励机制,在没有充分监督的情况下,农户可能会出现偷懒行为。这种情况下的代理人道德风险会影响企业的运营效率和盈利能力,进一步增加契约风险。

### (三) 农户:要素获取与利用风险

第三次农业普查数据显示,小农户数量占到农业经营户的98.1%,经营面积占总面积的70%以上。如何实现小农户数字化转型,让小农户分享数字发展的红利也是农业数字化发展的重要目标<sup>[29]</sup>。国家出台各项措施促进小农户与现代农业有机衔接,注重加强小农户科技装备应用,引导小农户发展数字农业。然而,农户在数字化转型过程中普遍面临要素获取与利用风险,具体表现为资金、技术和市场方面的挑战。

农业数字化所需的智能设备、传感器、数据分析平台等技术设施需要大量初期投入,且数字化设备和技术的投资回报周期较长,通常需要几年甚至更长时间才能看到经济效益。对于小规模农户而言,农业数字化设备投资较大,他们缺乏相应的资金来购买和维护这些设备。调研数据显示,普通农户平均家庭经营外投资为260.59元,仅为规模农户

的4.31%。普通农户年末平均拥有的存款余额仅为1.43万元,仅为规模农户的20.78%<sup>[30]</sup>。此外,普通农户可抵押物较少,能够获得的信用贷款有限,进一步增加了其资金获取的难度。这使得小农户在数字化转型中面临很高的资金风险。与此同时,小农户的信息获取能力和教育水平较低,对农业信息的灵敏度和关注度不足。研究表明,普通农户在生产经营过程中应用信息化技术的比例仅为0.62%,远低于规模农户<sup>[30]</sup>。数字化转型需要农户具备一定的技术能力,而小农户往往难以有效掌握和利用数字化设备及数据信息,这也限制了他们从数字化转型中受益的能力,从而导致技术要素难以有效利用的风险。此外,根据诱致性农业技术创新理论,农户选择数字化转型的前提是预期收益大于成本。然而,现实中,小农户普遍面临小生产与大市场的矛盾。由于产量较低,缺乏品牌意识和销售渠道,小农户在市场中缺乏议价能力。调研数据显示,仅3.24%的普通农户出售品牌认证农产品,且87.04%的农产品主要在本地销售<sup>[30]</sup>。更为重要的是,市场需求预测困难和价格波动增加了小农户的风险。农产品市场需求受多种因素影响,包括季节性变化、消费者偏好转移等,这使得农户难以准确预测市场需求。同时,农产品市场价格波动较大,农户可能因价格下跌而蒙受损失,这种市场不确定性进一步加大了小农户数字化转型面临的市场风险。

## 四、“三位一体”共营制:化解农业数字化转型风险的实践

上文探讨了数字化转型过程中不同主体面临的潜在风险,事实上,不同主体的收益目标各不相同。农业共营制源起于崇州市为应对城镇化推进、农村劳动力转移所进行的一次“政府引导+政策扶持”下的产业组织创新实践,其要义是构建“土地股份合作社+农业职业经理人+农业综合服务体系”三位一体经营体系,借此破解农业生产中“谁来经营、谁来种地、谁来服务”难题,实现保护农民财产权利、构建现代农业经营体系、发展农业适度规模经营、保障国家粮食安全等多重公益目标<sup>[31]</sup>。本文的“三位一体”共营制是指以企业为主导,整合政府、农户和企业的资源,构建“政府+农户+企业”三方合作共赢的模式。该模式中,三个主体利益密切相关,但各自目标和功能显著不同,且优势互补。具体而言,政府通过

基础设施建设和政策支持减轻企业的生产投资负担，使企业能够将更多资金投入技术研发和销售等方面；农户则通过租赁或入股等形式与企业合作，获得企业提供的技术和销售服务。浙江YN公司的实践表明，“政府+农户+企业”三位一体共营制能较好地化解农业数字化转型的潜在风险。

### （一）浙江YN公司的实践：“三位一体”共营制下的农业数字化转型

“三位一体”共营模式如何化解农业数字化转型的潜在风险？本文将结合调研的案例进行详细说明。本文选择浙江YN公司<sup>⑥</sup>，主要基于以下两方面考虑：第一，YN公司基于区块链和物联网技术运营“跑步鸡”项目实现了农业数字化转型；第二，YN公司在数字化过程中通过“政府+农户+企业”共营模式有效避免农业数字化的潜在风险。YN公司成立于2018年，是集研发、生产、销售为一体的智慧农业企业。公司运营“跑步鸡”项目，通过智能“鸡脚环”记录鸡的步数，实现数字化养殖。公司通过“政府+农户+企业”共营模式，构建企业提供鸡苗和数字化脚环，农户以入股或者租赁方式与公司签约，公司负责统一收购“跑步鸡”的模式。公司“跑步鸡”项目曾获得了中国优秀扶贫案例等荣誉称号。

#### 1. “三位一体”共营之政府：化解企业和农户数字化转型资金风险

农业作为弱质性产业，面临着自然环境和市场波动所带来的多重风险。企业和农户在农业生产过程中普遍面临资金短缺的问题，尤其是在推动农业数字化转型的过程中，数字化技术与设备的引入需要巨额资金支持。在国家实施农业农村数字化战略的背景下，政府通过一系列政策扶持措施及财政投入，促进农业数字化转型的顺利推进。

在农业数字化转型过程中，由于数字化设施投入较高，YN公司面临资金不足的问题，难以独立完成鸡舍建设及相关设备的投资。为此，地方政府与企业合作，通过强村公司投资800万元人民币，为YN公司建设了包括鸡舍设备、围栏及数字化设备在内的基础设施。双方签订了合作协议，规定YN公司每销售一只鸡需向强村公司支付6元人民币，该款项将用于补贴集体经济较弱的村庄，以促进区域均衡发展。此外，地方政府还通过项目形式提供额外的资金支持，例如建设智能轨道运输机。鉴于当地养鸡业主要依赖山地环境，且农户年龄普遍较

大，在喂养和运输过程中存在诸多不便，智能轨道运输机的引入显著提高了整体生产效率，减少了劳动力投入。该项目总投资120万元人民币，其中50%由政府补贴。此举不仅有效缓解了企业的资金压力，还使得企业能够将有限的资金投入更具战略意义的领域，如市场营销和品牌建设。根据访谈记录，YN公司负责人表示：“公司本身存在资金短缺问题，因此必须优化资源配置，确保资金的最大效用。原本用于基础设施建设的资金现在可以更多地投入销售等关键环节。”政府的资金项目扶持政策不仅直接缓解了企业的资金压力，也为农业现代化提供了有力保障。对于农户而言，政府与企业合作建设鸡舍和配置数字化设备避免了农户参与数字化生产的难题。这一模式有效地整合了多方资源，促进了农业生产的高效化和可持续发展，同时也为农户提供了稳定的收入来源和技术支持。

政府与企业在农业数字化转型中的合作通过优化资源配置和技术创新，有效解决了企业和农户的资金短缺问题，实现了多方共赢。具体而言，政府的资金支持显著缓解了企业的财务压力，使得企业能够将有限的资源集中于其核心竞争力领域，如技术研发、市场拓展和品牌建设，从而提高运营效率和市场竞争能力。作为理性经济人，农户基于“成本-收益”分析，倾向于选择与企业合作，一方面减少了他们在农业生产设施上的直接投资，另一方面通过参与农业数字化分享技术进步带来的经济效益，获得稳定的技术支持和收入来源。此外，政府在农业发展中不仅提供财政支持，更通过政策引导和资源整合实现社会整体效益的最大化，注重社会效益而非单纯的经济利益，符合国家长期重视农业发展的战略。政府与企业的合作不仅减轻了企业和农户的资金压力，还为村集体和农户带来了增收机会，促进了农业生产的现代化和高效化，符合共同富裕的战略目标。这一合作模式不仅增强了政府的公信力，也为推动农业现代化和实现共同富裕提供了坚实的保障。

#### 2. “三位一体”共营之企业：避免政府“精英俘获”和农户的技术与市场风险

在“三位一体”共营模式中，农业企业作为新型农业经营主体，通过提供先进的数字化技术和多元化的销售渠道，有效化解了农户在采纳数字化技术时面临的技术风险和市场风险，促进了更多“非

精英”农户参与农业数字化转型,从而缓解了政府在数字化转型过程中可能出现的“精英俘获”风险。

农户普遍经营规模较小、文化程度较低,在数字化转型过程中面临显著的技术风险。农业企业凭借其技术优势和研发能力,能够为农户提供定制化的数字化解决方案。例如,YN企业拥有37人的研发团队,每年投入40万~50万元用于数字化技术研发,并与高校科研机构合作进行技术成果转化。该企业的虚拟鸡舍系统包括数字化采集器、自动投喂机、监控设备和辐射器,这些设备由不同的专业公司代工,再由企业技术团队组装集成。溯源脚环技术从最初半天统计一次步数到现在的每小时统计,甚至正在研发实时统计功能,材料耐热性和防水性也在不断改进。这种持续的技术创新不仅提升了产品质量,也提升了消费者的信任度。企业通常具备一定的资金和规模,有能力并有意愿投资于数字化技术研发和更新换代。相比之下,普通农户缺乏必要的资源和技术支持,难以自行投资和掌握复杂的数字技术。通过“政府+农户+企业”三方共营模式,企业提供的技术服务降低了农户的技术风险,使他们能够更加放心地采用新的生产方式。

现实中,“种田不挣钱”的观念普遍存在,但实际上问题在于种植或养殖规模过小,导致收入有限,主要原因是农户缺乏有效的销售渠道,不敢扩大生产规模。对于投入较大的数字化农业而言,如果销售无法保障,将抑制农户的投资意愿。而农业企业一般拥有自己的销售途径和专业的销售团队,面向全国乃至国际市场,特别是在互联网时代,企业通过电商平台、直播带货等新兴渠道大幅拓展了销售市场。例如,YN公司70%的销售额来自网络销售,拥有专门的直播团队和自有小程序——生鲜侠,用户可以通过认养模式在虚拟平台上认养一只鸡,认养费用为168元,直接购买则为198元。2021年,公司实现销售额1亿元人民币,纯利润率为15%~16%。数字化转型后,每只鸡的价格从原来的150元提升至198元,农户因此每只鸡可获利约30元。为了进一步扩大销售,YN企业还在探索鸡的深加工产品,如卤味和鸡汤,丰富产品线并提高附加值。通过构建多元化的销售渠道,企业不仅提高了农户的收入水平,还解决了小农户与大市场的矛盾,促进了农业生产的专业化和规模化发展。综上所述,农业企业在“三位一体”共营模式中发挥着

关键作用,通过提供数字化技术支持和构建多元化销售渠道,有效化解了农户的技术和市场风险,促进了更多“非精英”农户参与农业数字化转型,同时也减轻了政府在数字化转型过程中可能面临的“精英俘获”风险,实现了多方共赢。

### 3.“三位一体”共营之农户:化解企业数字化转型契约风险

在“三位一体”共营模式中,农户作为企业数字化转型的关键合作伙伴,扮演着化解契约风险的重要角色。鉴于农业环境的复杂性和不确定性以及人的有限理性,人们不可能对未来的复杂且不可预测的现实世界进行预测,因此在现实世界中很难实现完全契约。威廉姆森<sup>[32]</sup>认为纵向一体化能够降低交易费用,保护专用性投资,防止农户在不完全契约条件下的机会主义行为。YN企业采取了纵向一体化策略,并通过签订租赁或入股合约,构建与农户的利益联结机制,大大降低了交易费用和土地使用权不稳定带来的风险。

具体而言,YN企业最初采用资金养殖模式,雇佣周边农户并支付固定报酬。然而,这种模式缺乏对农户的有效激励,导致了代理问题中的道德风险,如农户的“偷懒行为”。“由于农户不上心,最开始时一千只鸡最后可能剩下四五百只。”(YN企业负责人)这严重影响了养殖效率和成果。为解决这一问题,YN企业调整了合作模式,鼓励农户以入股或租赁形式参与鸡舍运营,与企业构建有效的利益联结机制。农户养殖得好,收入就相应提高,这大大提高了他们的积极性。此外,YN企业还与农户签订了严格的养殖协议,规定了养殖标准和收购条件。例如,当鸡跑够100万步后以100元的价格收购。这不仅确保了产品质量,也增强了农户的信心和稳定性。农户还可以利用这些协议作为抵押物获取银行贷款,在当地银行可以贷款3万~5万元。

在数字化转型过程中,YN企业通过引入农户入股或租赁鸡舍的方式,成功建立了有效的利益联结机制,显著降低了契约风险,实现了企业和农户的共赢。

### (二)“三位一体”共营模式化解农业数字化转型风险的创新机理

亚当·斯密在《国富论》中强调了劳动分工对提高生产效率的重要性。在“三位一体”共营模式下,政府、农户和企业专注于各自核心能力与优势,实



现了高效的社会分工。政府作为规则制定者和公共服务提供者，通过基础设施建设和政策支持为农业数字化转型营造良好的外部环境。企业凭借技术优势和市场开拓能力，负责数字技术的研发、应用以及农产品市场开发，有效提升农产品价值链。农户专注于养殖，利用企业的数字化技术支持优化生产过程，同时享受企业市场渠道带来的销售保障。合理的分工促进了资源优化配置，提高了“跑步鸡”产业链的运作效率。

各主体的有效分工形成了一个良性的生态系统，政府、农户和企业构成了这个系统的三大核心要素。政府、农户、企业扮演着不同但互补的角色，增强了生态系统的适应性和韧性。政府的政策引导和资金支持为生态系统提供了稳定的外部环境。例如，YN公司的案例中，政府投资建设鸡舍和智能轨道运输机，减轻了企业与农户的初期投资负担，这相当于生态系统中阳光、水分等基础资源的供给，为生物生长提供必需条件。农户利用企业的技术和市场资源，实现生产效率和收益的双提升。让农户通过入股或租赁与企业构建一种共生关系，能够使农户从中获取直接的经济利益，同时减少农户独自面对市场和技术的风险，增强了农户作为个体在生态系统中的生存能力和适应性。企业的技术创新和市场开拓能力则推动了农业数字化转型。YN公司通过自主研发的数字化技术（如“跑步鸡”项目中的智能脚环），提高养殖效率，也创造了新的市场价值，如同植物通过光合作用生产有机物，为食物链上的其他生物提供能量。政府、农户和企业三者协同共生类似于生态系统的物种间相互作用，促进了系统的动态平衡，降低了单一主体面对市场和技术的风险。生态系统的活力依靠能量的流动，资金、技术、市场信息等资源的流动驱动价值创造。政府通过资金和政策扶持为生态系统注入初始能量，企业利用政府资金进行技术研发和市场拓展，创造出更高的产品附加值，农户则通过参与生产分享产品数字化增值服务。资源的高效流动和转化，类似于生态系统中的能量金字塔，促进了系统整体价值提升，形成良性生态循环。共生关系是生态系统多样性和稳定性的基础。“三位一体”模式体现了不同主体间的共生共赢关系。政府与企业的合作打破了农业数字化的资金瓶颈，提升了政府经济和政治绩效，企业与农户的合作形成技术赋能和市场

对接提高了农户的生产效率和收益，而农户的积极参与又为企业提供了可靠的合作伙伴和初级产品，形成了稳定的三角共生结构。这种互惠互利的关系有助于系统内部资源的有效配置，降低单个主体的转型风险。

综上，YN公司“三位一体”共营模式构建了一个共赢、高效的农业数字化生态系统，每个参与者都是系统中不可或缺的一部分，共同推动农业的数字化转型，提高整个行业的生产力和竞争力。共营模式是生态系统理论核心理念，即各主体间的协同和资源高效配置，实现生态系统的长期可持续稳定和发展。“三位一体”共营制化解农业数字化转型风险的程式如图2所示。

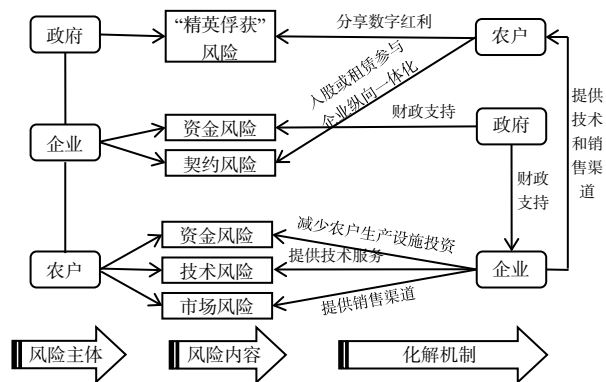


图2 “三位一体”共营制化解农业数字化转型风险的程式图

## 五、结论与政策建议

上述研究表明，在中国式农业现代化战略目标指引下，变化的资源环境条件、劳动力结构、数字化技术发展以及政府农业政策导向驱动农业数字化转型。然而，农业数字化转型涉及多个利益相关主体，存在高资本投入、短期回报低等特点，面临潜在的经济和社会风险。其中，政府面临“精英俘获”风险，企业面临资产专用性风险，农户面临生产要素缺失风险。共营模式中政府、农户和企业专注于各自核心能力与优势，使得“三位一体”共营制具有化解农业数字化转型风险的内在功能，能够与不同主体面临的风险进行很好匹配，实现了有效社会分工，形成一个共赢、高效的农业数字化生态系统。政府缓解企业和农户数字化转型资金压力，企业为农户提供数字化技术及销售渠道，农户减少企业数字化转型资产专用性风险。

化解农业数字化潜在风险是顺利实现农业数

数字化转型的应有之义和必然要求。“三位一体”共营制作为实现农业数字化转型的新模式,能够有效地化解农业数字化转型中的潜在风险,但需要进一步完善。

第一,在理论层面探讨“三位一体”合作模式的运行机理。目前,学术界关于如何实现农业数字化的理论研究多从单一主体视角分析,较少关注不同主体功能和互动机制。而现实中,推动农业数字化发展依靠单一力量很难实现,需要多主体参与。“三位一体”合作模式作为一种新事物,既是实现农业数字化转型的一种手段,也是预防农业数字化潜在风险的一种机制。但是现有研究对农业数字化转型过程中“三位一体”合作模式的研究较少,需要从理论层面深入探讨“三位一体”合作模式的合作机制、不同主体在合作过程中发挥的作用、不同主体如何通过利益分配实现效用最大化。特别需要关注的是,在“三位一体”合作框架下实现小农户与现代农业衔接的内在机理,以及小农户如何分享更多农业数字化红利。

第二,在实践层面加快“三位一体”合作模式的试验。对于如何实现农业数字化转型,全国各地均在探索和实践。“三位一体”合作模式发轫于农民和农村,是农民智慧的结晶。但是“三位一体”合作模式并未得到普遍的推广和认可,是否适应于其他地区有待实践检验。因此,政府应该加快推进“三位一体”合作模式的试验和试点。具体来说,政府可以在经济发展程度不同的区域选择试点,每个区域选择多家新型农业经营主体作为试验对象,通过对比试验来观察试点经营主体的经营绩效与非试点经营主体经营绩效的差异,对比不同经济发展程度地区试点的差异,总结差异的原因以及“三位一体”合作模式的适用环境和条件。在试验过程中要充分尊重农户的自由选择权,注重普通农户的需求,给予农户更多的加入途径,不能为了实现“三位一体”合作而强制农户加入,而在农户加入后,要严格规范和监督农户的生产行为。由于各地经济、自然和人文条件不同,在试验过程中要因因地制宜,根据不同地区具体条件对“三位一体”合作模式进行补充和完善。

第三,在政策层面加大对“三位一体”的支持力度。“三位一体”合作作为实现农业数字化转型

的一种模式,需要从政策层面加大扶持力度。一是扩大宣传报道。虽然已有官方媒体关注到YN公司的“三位一体”合作模式,但是社会对“三位一体”合作模式的关注远远不够。“三位一体”合作模式作为一种农业生产模式,不是独立的法人组织,是一个概念框架,融合不同农业经营主体,构建一个循环生态圈。需要政府进一步扩大宣传,让更多新型农业经营主体认识到并去实践这种模式。二是加大资金扶持。新型经营主体“三位一体”合作模式正处于发育阶段,地方政府应出台专门的政策扶持“三位一体”合作模式,以项目补贴形式激励更多新型经营主体去实践和探索。

#### 注释:

- ① 数据来源:《“十四五”数字经济发展规划》(国家发展改革委,2021年);《数字农业农村发展规划(2019—2025年)》(农业农村部,2020年)。
- ② 数据来源:历年中国统计年鉴。
- ③ 例如:2019年的《数字乡村发展战略纲要》、2020年的《数字农业农村发展规划(2019—2025年)》、2022年的《数字乡村发展行动计划(2022—2025年)》以及《“十四五”国家信息化规划》。
- ④ 数据来源:2023年《中国水资源公报》。
- ⑤ 例如:《关于打好农业面源污染防治攻坚战实施意见》(农业农村部,2015年)、《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》(中共中央办公厅、国务院,2017年)、《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》(农业农村部,2023年)。
- ⑥ 杜辉升,纪伟:《兰陵:数字农业降低耕种成本1800元以上》,《大众日报》,2022年2月22日。
- ⑦ 数据来源:历年《中国人口和就业统计年鉴》。
- ⑧ 数据来源:中国互联网络信息中心(CNNIC)第53次《中国互联网络发展状况统计报告》。
- ⑨ 中国信息通信研究院,《全球数字经济新图景(2020)》。
- ⑩ 为了保护调研案例的隐私,同时也为了分析的方便,本文以调研案例前两个字的首字母的大写来表示调研案例。

#### 参考文献:

- [1] 殷浩栋,霍鹏,肖荣美,等.智慧农业发展的底层逻辑、现实约束与突破路径[J].改革,2021(11):95-103.
- [2] MEIER J, MAUSER W, HANK T, et al. Assessments on the impact of high-resolution-sensor pixel sizes for common agricultural policy and smart farming services in European regions[J]. Computers and electronics in agriculture, 2020, 169(1): 1-11.
- [3] MENDES J A J, CARVALHO G P, MOURARIAS M N, et al. Dimensions of digital transformation in the context

- of modern agriculture[J]. *Sustainable production and consumption*, 2022, 34(10): 613-637.
- [4] EL BILALI H, ALLAHYARI M S. Transition towards sustainability in agriculture and food systems: Role of information and communication technologies[J]. *Information processing in agriculture*, 2018, 5(4): 456-464.
- [5] PAPPA I C, ILIOPOULOS C, MASSOURAS T. What determines the acceptance and use of electronic traceability systems in agri-food supply chains?[J]. *Journal of rural studies*, 2018, 58(1): 123-135.
- [6] 易加斌, 李霄, 杨小平, 等. 创新生态系统理论视角下的农业数字化转型: 驱动因素、战略框架与实施路径[J]. *农业经济问题*, 2021, 42(7): 101-116.
- [7] 刘元胜. 农业数字化转型的效能分析及应对策略[J]. *经济纵横*, 2020, 36(7): 106-113.
- [8] VEREVKA T, GORBUNOV E, SHPIGALSKIY P. Digital transformation of the Russian agricultural sector: Technological and economic barriers[C]//The 2nd International scientific conference on innovations in digital economy, 2020.
- [9] 马述忠, 贺歌, 郭继文. 数字农业的福利效应——基于价值再创造与再分配视角的解构[J]. *农业经济问题*, 2022, 43(5): 10-26.
- [10] 唐文浩. 数字技术驱动农业农村高质量发展: 理论阐释与实践路径[J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2022, 22(2): 1-9.
- [11] 王月, 程景民. 农业生产经营数字化与农户经济效益[J]. *社会科学*, 2021, 43(8): 80-90.
- [12] ZHANG X F, FAN D C. Can agricultural digital transformation help farmers increase income? An empirical study based on thousands of farmers in Hubei Province[J]. *Environment, development and sustainability*, 2023, 26(6): 1-27.
- [13] 袁祥州, 黄恩临. 欧盟智慧农业发展经验及其借鉴[J]. *世界农业*, 2022, 44(5): 27-36.
- [14] 张绮雯, 林青宁, 毛世平. 国际视角下中国智慧农业发展的路径探寻[J]. *世界农业*, 2022, 44(8): 17-26.
- [15] 武舜臣, 宦梅丽, 马婕. 服务外包程度与粮食生产效率提升: 农机作业外包更具优势吗[J]. *当代经济管理*, 2020, 43(10): 1-12.
- [16] 李宪翔, 丁鼎, 高强. 小农户如何有机衔接全程机械化——基于农机社会化服务的视角[J]. *农业技术经济*, 2021, 40(4): 98-109.
- [17] 梁琳. 数字经济促进农业现代化发展路径研究[J]. *经济纵横*, 2022, 38(9): 113-120.
- [18] 管辉, 雷娟利. 数据要素赋能农业现代化: 机理、挑战与对策[J]. *中国流通经济*, 2022, 36(6): 72-84.
- [19] 高瑛, 王娜, 李向菲, 等. 农户生态友好型农田土壤管理技术采纳决策分析——以山东省为例[J]. *农业经济问题*, 2017, 38(1): 38-47.
- [20] SAVCIS. An agricultural pollutant: Chemical fertilizer[J]. *International journal of environmental science and development*, 2012, 3(1): 77-80.
- [21] 金书秦, 邢晓旭. 农业面源污染的趋势研判、政策评述和对策建议[J]. *中国农业科学*, 2018, 51(3): 593-600.
- [22] 刘昌明, 赵彦琦. 中国实现水需求零增长的可能性探讨[J]. *中国科学院院刊*, 2012, 27(4): 439-446.
- [23] HAYAMI Y, RUTTAN V W. *Agricultural development: An international perspective*[M]. Baltimore, Md/London: The Johns Hopkins Press, 1971.
- [24] 林毅夫, 沈明高. 我国农业技术变迁的一般经验和政策含义[J]. *经济社会体制比较*, 1990, 5(2): 10-18.
- [25] LIU Q H, SHUMWAY CR. Geographic aggregation and induced innovation in American agriculture[J]. *Applied economics*, 2006, 38(6): 671-682.
- [26] HAYAMI Y, RUTTAN V W. Agricultural productivity differences among countries[J]. *The American economic review*, 1970, 60(5): 895-911.
- [27] 何毅, 江立华. 产业扶贫场域内精英俘获的两重向度[J]. *农村经济*, 2019, 37(11): 78-85.
- [28] 钱龙, 冯永辉, 卢华. 地权稳定性对农户耕地质量保护行为的影响——基于新一轮确权颁证调节效应的分析[J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2021, 21(2): 104-115.
- [29] XIE L, LUO B L, ZHONG W J. How are smallholder farmers involved in digital agriculture in developing countries: A case study from China[J]. *Land*, 2021, 10(3): 245.
- [30] 李艳, 杨慧莲, 杨舒然. “规模农户”与普通农户的主体特征和生产经营状况考察[J]. *改革*, 2021, 34(8): 116-130.
- [31] 尚旭东, 张振, 于海龙. “农业共营制”: 绩效、挑战与发展路向[J]. *农村经营管理*, 2018, 36(3): 26-27.
- [32] 威廉姆森. *资本主义经济制度*[M]. 北京: 商务印书馆, 1999.

责任编辑: 李东辉