

• 重大主题专栏 • 研究阐释党的二十届三中全会精神

人工智能赋能农业新质生产力：实现逻辑、运行机制与跃升路径

黄先海 黄雨晗 虞柳明

摘要：农业新质生产力对农业高质量发展和农业强国建设意义重大。结合习近平总书记关于新质生产力的一系列重要论述和重大部署，本文首先从生产力三要素出发对农业新质生产力进行了内涵解构。农业新质生产力是以人工智能等新兴技术为赋能引擎，以新农人、新农技、新农作及新型要素组合为基本内容，以农业全要素生产率大幅提升为核心标志，以加快建设农业强国为战略导向的高阶农业生产力形态。进一步，本文对人工智能赋能农业新质生产力的实现逻辑、运行机制、发展困阻与推进路径进行了细致梳理。通过重塑新质生产要素的质态属性与组合样态，人工智能为活跃型、强韧型、高效型、智慧型的农业新质生产力提供了发展动能。但在赋能过程中仍存在人力资本二元失衡、关键技术路径依赖、数据要素价值沉寂、应用场景支撑缺位等现实障碍。因此，发展农业新质生产力的着力重点是以人才引育为抓手、以技术攻关为关键、以数据统筹为重点、以场景创新为方向，从而加快推进中国的农业农村现代化进程。

关键词：人工智能 农业新质生产力 农业高质量发展 农业农村现代化

中图分类号：F320.1 **文献标识码：**A

一、引言

第十四届全国人民代表大会第三次会议上的《政府工作报告》提出，要因地制宜发展新质生产力，加快建设现代化产业体系，推动传统产业改造提升。“新质生产力”的提出不仅实现了马克思主义政治经济学的“术语革命”，推动构筑了中国特色社会主义政治经济学的全新范式（洪银兴，2024），还通过动能转换、结构优化、效率变革的协同演进，为推进中国式现代化提供了实践方向。具体到农

[资助项目] 国家自然科学基金专项项目“数字化变革、数据要素化与经济高质量发展”（编号：72141305）；浙江大学长三角智慧绿洲创新中心开放科研项目“新质生产力发展的内在机理、产业指向与促进体系”（编号：2024KFKY001）。

[作者信息] 黄先海、黄雨晗，浙江大学经济学院、浙江大学中国开放型经济研究中心；虞柳明（通讯作者），中共浙江省委党校工商管理教研部、浙江省“八八战略”创新发展研究院，电子邮箱：milletyu@zju.edu.cn。

业领域，农业新质生产力的培育与发展已经上升到顶层制度设计层面。2024 年中央农村工作会议指出，要推进农业科技力量协同攻关，加快科技成果大面积推广应用，因地制宜发展农业新质生产力。农业新质生产力这一创新性概念在 2025 年的中央“一号文件”中则得到实质性深化。该文件首次以文件形式点明要以科技创新引领先进生产要素集聚，因地制宜发展农业新质生产力。《加快建设农业强国规划（2024—2035 年）》则进一步要求以农业关键核心技术攻关为引领，推进重大农业科技突破，以发展农业新质生产力推进农业强国建设。这些重大战略部署层层递进、环环相扣，充分彰显了农业新质生产力在农业强国建设中的重要地位，以及科技创新在新时代“三农”工作中的引领作用。

2024 年中央经济工作会议明确提出开展“人工智能+”行动，培育未来产业。第十四届全国人民代表大会第三次会议上的《政府工作报告》提出，要持续推进“人工智能+”行动，将数字技术与制造优势、市场优势更好结合起来。人工智能不仅是具有普遍适用性、动态演进性和创新互补性的通用目的技术（Bresnahan and Trajtenberg, 1995）与智能技术，也是驱动物质、实现智能、完成任务的现实性的社会存在（涂良川，2025），其本质是通过数据驱动、算法演进、模型迭代形成自我强化机制，深层次地改变物理世界与数字世界的交互范式。加快发展新一代人工智能，不仅能够发展壮大高端装备、新材料、新能源等战略性新兴产业与元宇宙、量子信息、脑机接口等未来产业（刘志彪等，2024），也能够驱动农业、钢铁、纺织等传统产业的转型升级。

传统农业增长受制于初级要素的边际报酬递减规律与简单技术的线性演进轨迹锁定。粗放型发展模式触及生态承载阈值，农业发展陷入高投入、低效率且不可持续的恶性循环。在发展农业新质生产力与建设农业强国的战略交汇期，人工智能是技术—经济范式中的革命性变量，通过创新要素组合空间与变革基要生产函数等方式，为突破传统农业生产力发展桎梏提供可行方案。基于广泛渗透性、深度协同性、全域赋能性等基本属性，人工智能通过传感器、物联网、地理信息系统等媒介向农业领域渗透，健全智慧农业标准体系，赋予农业生产系统以稳定性、规律性、精准性，从而形成物理空间与数字空间双重映射的生产力迭代路径。具体而言，人工智能赋能农业新质生产力的理论贡献与独特优势主要来源于三重机制创新。首先，人工智能数字化解耦与重组生物生长、环境参数等离散化变量，突破要素不可分性约束与传统生产可能性边界，不断开辟农业新质生产力新的发展空间，推动农业发展方式由促增量向提质量转变。其次，人工智能撬动先进优质生产要素顺畅流向农业新质生产力领域，并借助机器学习等算法，动态优化生产决策与实时响应生产调控，实现要素组合边际效率提高的正反馈循环。最后，人工智能重构农业产业链的价值创造逻辑与价值表现形态。农业全产业链中的数据穿透体系与技术融合应用能够催生农产品质量溯源、碳足迹交易等新型农业服务经济，有助于增强农业的可持续发展能力和市场竞争力，从而加速形成农业新质生产力，最终实现农业高质量发展。

值得强调的是，在中国的发展情景中，发展农业新质生产力具有两个方面的特殊性。第一，农业是自然再生产过程和社会再生产过程的交织统一（黄季焜，2024）。这一特征意味着，农业新质生产力的发展路径与其他产业有所不同。区别于工业与服务业，农业生产函数的要素投入与现实产出均高度依赖自然条件与生物特性。具体而言，农业具有自然依赖性、生产周期性、经营分散性、地域广阔性、风险复杂性等多维特征。农业生产环境复杂多变、农业数据获取难度较高、农业比较效益偏低等

典型化事实，决定了人工智能在农业领域的深度应用需要更加注重技术的适应性与精准性。此外，由于农业现代化进程滞后于新型工业化、信息化、城镇化，发展农业新质生产力具有现实紧迫性。这不仅是对现代化产业体系建设目标的现实回应，也是高度契合中国式现代化的内在要求。第二，基于中国“大国小农”的基本国情、基本农情以及“人多、地少、水缺”的农业资源禀赋状况，中国农业新质生产力发展的着力点在根本上便有别于其他国家。中国在农业领域资源禀赋、产业形态、经营主体、政策组合等方面具有的鲜明的多元化特征，决定了中国不能简单照搬世界农业强国的发展模式，必须依托新型举国体制，走出不同于美国与日本的“资本型农业”的现代农业发展的“第三条道路”，即多元化发展道路。在此进程中，要统筹好有为政府与有效市场的关系，优化农业科技创新战略布局，着力促进小农户与现代农业发展的有机衔接，从而为农业新质生产力提供广阔的生成空间。

目前，学术界主要从宏观层面的区域经济与中观层面的具体业态出发，探讨新质生产力的学理内涵（洪银兴，2024；罗必良，2024；王修华等，2024）、形成逻辑（刘刚，2023）、演进规律（任保平等，2024）、培育动能（黄先海和高亚兴，2024；刁海璨，2025）、优化路径（诸竹君等，2024）等。聚焦到农业领域，学者则主要论述了农业新质生产力的内涵与外延（黄季焜，2024）、挑战与策略（刘志彪等，2024）等重要问题。总体而言，现有研究为本文分析框架的建构提供了有益借鉴与理论参照。但不可否认的是，关于农业新质生产力的深入探索仍存在优化空间。

本文将系统分析农业新质生产力的科学内涵与具象表现，全面阐释人工智能赋能农业新质生产力的实现逻辑与运行机制，并在此基础上揭示人工智能赋能农业新质生产力的实践困境与推进方略。与现有研究相比，本文的边际贡献主要体现在以下两个方面：第一，本文从“可能、可为、可行”的崭新视角出发，剖析了人工智能对农业新质生产力的底层赋能逻辑。第二，本文解构了农业新质生产力的农业特质，探讨了人工智能赋能中国农业新质生产力的独特之处。本研究不仅能够丰富人工智能的理论研究与实践意义，也能够为发展农业新质生产力提供决策参考。

二、农业新质生产力的内涵解构——基于生产力三要素视角的分析

立足于马克思主义政治经济学的基本原理，从劳动者、劳动资料和劳动对象三个维度剖析农业新质生产力的内涵特征，是中国农业政策因时制宜、因地制宜、精准发力的首要前提。本质上讲，农业新质生产力具有动态性、系统性、可持续性、开放性等主要特征，是促进农业农村领域实现智慧化、高效化、质优化发展的先进生产力质态。在本文的分析语境下，农业新质生产力三要素包括农业新质劳动者（以下简称“新农人”）、农业新质劳动资料（以下简称“新农技”）和农业新质劳动对象（简称“新农作”）。农业新质生产力具体表现为涉农领域新质人力资本的数量积累与质量跃迁，新质生产工具科技含量和生产效能的大幅提升，新质劳动对象和劳动领域的深度探索与广度拓宽，以及生产力三要素组合空间的开拓创新和组合效率的边际增进。

（一）劳动者：新农人是农业新质生产力的第一要素

马克思主义生产力“三要素”理论认为，劳动者是具有一定劳动技能和劳动经验，并且能够有目的地进行劳动过程或者经济活动的执行主体。劳动者不仅是最活跃、最具能动性、创造性的生产要素，

也是符合高质量发展要求的首要资源，其掌握的知识、技能与经验直接关系到生产力系统的质量与效率。以人工智能为核心驱动力的第四次工业革命，为培育知识型、技能型、创新型的高素质新农人提供了重大机遇。区别于传统农民，新农人是指具备新思维和新理念、掌握新技术和新知识、熟练操作新质生产工具、纵深拓展新质劳动对象，最终推进农业农村现代化进程的新质劳动者。新农人的核心特质在于兼具农业智能装备操作能力、涉农数据分析能力和生物生长规律认知能力，更加注重维持生态平衡以及促进人与自然的和谐发展。例如，农业数字化技术员具备将算法决策转化为农事操作的转译能力，有助于推动农业劳动从经验依赖型向智能增强型跃迁。

农业新质生产力是劳动者由传统农民向新农人跃升的先进农业生产质态。一方面，新质人才队伍持续壮大。生产经营型、专业技能型、社会服务型等新农业人才，借助新科技和新媒体为传统农业的转型升级注入新活力、新希望。活跃在基层一线的返乡创业人员以其独特的原创精神和实践能力，有效发挥农村创新创业带头人的“头雁”效应。在留学生、城市青年、企业家等力量不断涌入农村的背景下，新农人不仅成为各类主体主动投身的职业选择，也是发展农业新质生产力的生力军。

另一方面，新质劳动者素质显著提升。农业新质生产力对标的新质劳动者是具有跨学科交叉背景、兼具现代科技素养和农业生产知识的新型人才，能够将知识迭代能力、学习适应能力以及科技创新素养深度运用于涉农领域的新产业、新业态、新模式。更为关键的是，新农人的“新”集中体现在由现代农民分化出的中高端劳动者群体中，包括战略性农学科学家、创新型农业企业家、农业技术研发专员等在内的与农业新质生产力发展相契合的新质人才，是新知识的掌握者和传播者、新技术的发明者和使用者以及新业态的创新者和引领者。新农人群体的农业生产活动具有鲜明的农业领域特质，即依托实验室基础研究、数字平台、田间实践的立体化工作场域，运用生物规律认知、智能技术掌握、生态系统调控相结合的复合型知识体系，有效协调农业系统特性与数字技术范式，最终实现农业本质与科技创新的有机统一。

（二）劳动资料：新农技是农业新质生产力的核心动力

中国传统的农业生产模式高度依赖土地状况、气候条件等自然禀赋，以及劳动力投入与物质资本投资，农业生产供给能力和可持续发展能力滞后，难以适应建设农业强国的时代要求（魏后凯和吴广昊，2024）。目前，中国正处在由传统农业向现代化大农业转型的关键时期，对生产工具革新、生产工艺改良、生产技术改进的要求和愿望尤为迫切。技术扩散理论表明，以大数据、物联网、人工智能为代表的通用目的技术和使能技术（Fortune and Zirngibl, 2009），能够彻底改变农业部门的技术基础和组织模式（谢伏瞻，2019）。农业新质生产力的关键在于：农业科技成果的爆发式增长与农业科技服务的精准式优化，将推动农业生产力的能级发生裂变式提升。

农业新质生产力是劳动资料由常规投入品向高科技含量投入品转变的全新农业生产质态。随着新一轮科技革命和产业变革的加速演进，涉农领域劳动资料的更新迭代速度加快，农业基础设施和农业生产工具向数字化、智能化和体系化进阶，为农业生产活动提供了全面、高效、优质的发展空间。与农业新质生产力相契合的新质劳动资料，既包括农业传感器、采摘机器人、智能收割机、植保无人机等物质形态的劳动工具，也包括农业大数据平台、农业专家系统、农业数字孪生系统等非实质性劳

动工具。新质劳动资料涵盖耕、种、收、加工和销售各个环节的农业科技成果，依托人工智能技术克服农业特有的非结构化作业环境的识别与操作难题，基于物联网技术的环境感知系统将生态约束参数内化为控制变量，不仅能够提高生产效率和生产灵活性，也能为农业生产力的能级裂变提供技术性解决方案。例如，无人化农场系统、虚拟现实和增强现实设备、智能水肥一体化灌溉系统等新型生产工具的创新使用，会直接推动农业生产过程快速实现精准感知、智能控制、智慧管理的数智化生产模式。随着新兴技术持续渗透到农业全产业链，农业新质生产工具和新型生产工艺的种类和功能不断丰富，这不仅可以显著减少农民体力劳动的参与（姚毓春，2024），也成为转变农业发展方式、实现农业可持续发展的关键变量，从而推动农业生产力系统的范式跃迁。

（三）劳动对象：新农作是农业新质生产力的物质基础

劳动对象是劳动者在生产过程中加工、改造或者服务的对象，包括生产过程中的各种原材料、半成品以及自然界中的物质资源。在不同历史时期，主要劳动对象的变迁是反映社会生产力发展水平的重要标志。在数字经济时代，人类的实践触角和生存空间已经大大延伸与拓展，劳动对象的范围和内涵也不断扩大，种类和形态也在持续变化，劳动对象逐步呈现新质化趋势。

农业新质生产力是劳动对象由物理空间向虚拟空间扩展的前沿农业生产力质态。新质劳动对象是新质劳动者创造性实践的物质载体，既包括经基因编辑优化的种质资源、由纳米材料改造的农业投入品等具有新质特性的物理实体，也包括数据、知识、信息等数字化劳动对象，能够显著拓展农业生产可能性边界。

一方面，农业领域的新质劳动对象具有绿色可持续特征与人工设计特性。农业劳动对象从农村土地、农业生产原材料、自然界物质资源等物理实体，逐渐扩展至包含基因序列、模拟系统等在内的虚拟维度。以农作物种植为例，农业生产不再局限于常规动植物品种，而是依托基因编辑、合成生物学、干细胞育种等颠覆性技术，渐次研发更高产、更耐逆、更有营养价值的新品种。新型农作物既遵循自然规律，又可以拓展农作边界。农业领域新材料、新技术和新设备等的应用，在促进耕地保护、提升农产品数量和质量、增强生态涵养、传承历史文化等方面能够发挥关键作用，推动劳动对象扩展至更加广阔的生产空间（谭淑豪，2024）。这一过程通过延展农业产业的空间维度，不仅强化了农业生产的多功能性，也驱动了新型农业经营体系的业态创新。

另一方面，数据在生产力诸要素中具有独特地位。农业数据经过系统性采集、智能化处理和创造性应用，能够完成从基础生产要素向新质劳动对象的范式转换。数据与算力、算法的高效协同，将大大提高农业智能装备的运行效率和处理复杂作业的决策能力（陈雨露，2023）。不同于工业数据与服务数据的数据标准化特性，农业领域的生物生长非结构化数据（如作物叶面纹理变化等）与环境动态数据（如土壤微生物活性等）具有生物节律性、生态关联性、时空演变性等复杂特征。以病虫害预警系统为例，相关数据模型需要综合考虑病原体生命周期、作物抗性表现和防治时间窗口等多维农业知识，只有这样才能输出既科学精准又切合实际的农事方案。通过涉农数据赋能人工智能决策系统、远程智能操控设备、精准农业基础设施，不仅能提升农业全要素生产率，也能推动传统农作方式向数智化转型，实现更高层次的农业价值创造，最终提高农业可持续发展能力。

（四）新配置：组合创新是农业新质生产力的关键内核

农业新质生产力的发展是新农人运用新农技在新农作上进行实际生产活动的过程。得益于新质劳动者、新质劳动资料与新质劳动对象的概念外延与组合创新，农业新质生产力代表着农业生产力的发展趋势与演进规律。“新”是指农业领域的劳动者、劳动资料和劳动对象的基本内涵与组合效率均发生了深刻变化，“质”是指农业生产的质效升级、质优发展与质变跃迁。以“新”带“质”、以“质”促“新”是农业新质生产力的本质规定，上述目标的实现离不开高端要素的开放组合（张红宇，2024）与动态适配。农业领域生产力诸要素的品质属性与组合样态发生范式变革与能级裂变，各类先进优质要素的相互结合与相互作用，将共同促进农业生产系统产生新结构、新模式和新动能（任保平，2024），从而实现农业新质生产力的蓬勃发展。

农业新质生产力是生产要素组合由低层次均衡向高水平稳态突破的高阶农业生产力质态。农业新质生产力的演进过程以全要素生产率大幅提升为逻辑主线，以农业高质量发展为主攻方向，要求生产要素的系统性变革。首先，要素作用逻辑从单一要素主导转向多元要素联动。农业新质生产力由科技创新与制度变革双轮驱动，依托数字技术、生物技术等颠覆式创新，能根本性重构农业基要生产函数，促使固定弹性系数转变为动态调整变量。其次，要素组合方式从机械叠加转向有机衔接。数据、人工智能技术等渗透性要素深度嵌入农业生产全过程，通过深度学习等算法模型以数字化形式实现生产要素的精准匹配、高效利用和优势互补，极大地降低了传统组合模式下的生产成本和时空限制，有力地支撑了农业生产场景的生态创新。生产要素的新组合，有助于推动传统种植业、养殖业向新产业新业态跃迁，对农业生产的需求由物质生产向功能开发拓展。最后，要素配置效能从线性化增长转向指数级跃迁。新质生产要素的包容性耦合、数字化协同与创新性配置，不仅能够提高要素使用效率，促进要素配置结构的转型升级，也能够催生全新的生产方式与生产关系，持续拓展农业的功能边界。王璐等（2020）研究发现，在中国农户农业全要素生产率增长的年度分解中，资源配置效率改善的贡献从1995年的18.9%上升至2017年的30.8%。新中国75年经济社会发展成就系列报告的数据显示，2023年粮食产量与1949年相比增长5.1倍^①。开放共享、多向互联的要素组合空间，有助于突破高耗能、低效率的传统农业发展模式，促进农产品向高品质、高附加值的方向转型，进而纵深推进农业产业的现代化转型。

三、人工智能赋能农业新质生产力的实现逻辑

改造传统农业理论指出，既有要素资源的配置效率已逼近极限（Schultz，1964）。传统农业生产体系本质上属于低水平均衡陷阱，难以突破报酬递减规律对农业经济增长的刚性约束。新质生产要素的融合渗透、智能技术的深度应用以及数字化管理方式的创新实践，成为构建现代农业生态系统的根本路径。农业诱致性技术变迁理论强调，要素的稀缺程度会使要素的相对价格发生变动。这种价格信

^①资料来源：《农业发展阔步前行 现代农业谱写新篇——新中国75年经济社会发展成就系列报告之二》，https://www.stats.gov.cn/zt_18555/ztfx/xzg75njshfzcj/202409/t20240911_1956385.html。

号将驱动技术创新路径的适应性变化，从而推动农业全要素生产率的大幅提升并实现生产可能性边界外移的帕累托改进（Hayami and Ruttan, 1970）。基于上述分析，本节在整合两大理论的基础上，结合人工智能技术革命的演进特征，构建“可能、可为、可行”的三位一体分析框架（见图1），揭示人工智能赋能农业新质生产力的实现逻辑。

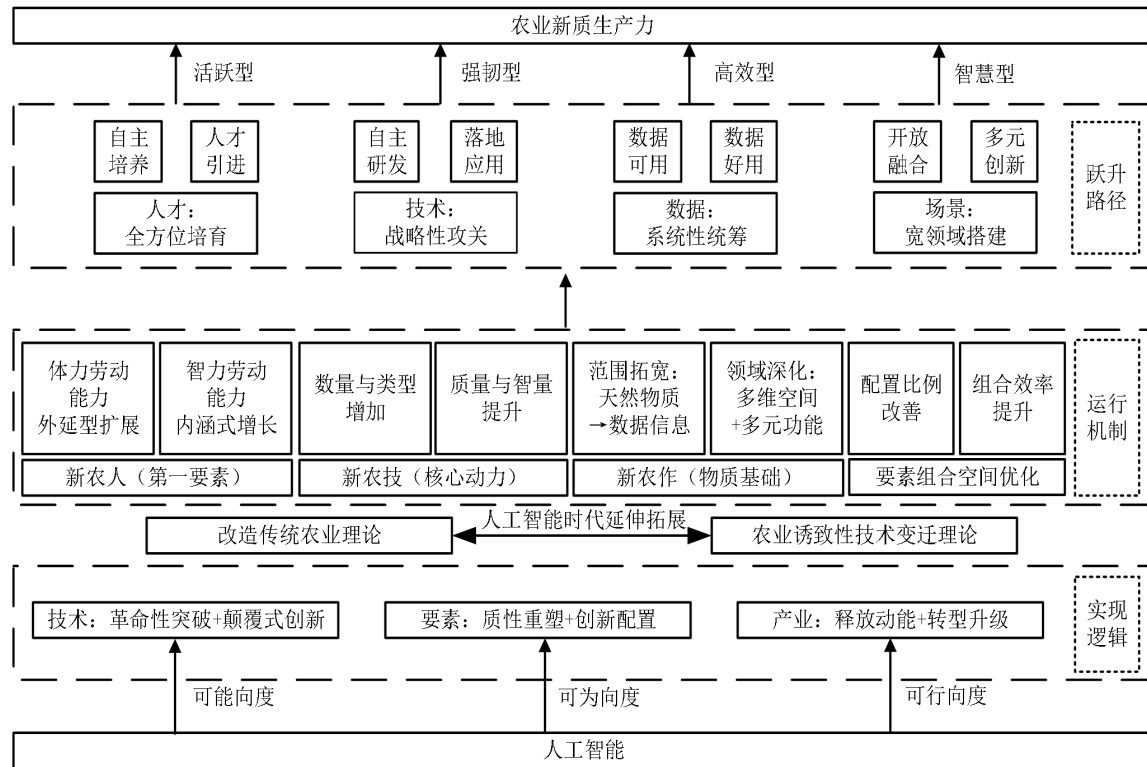


图1 人工智能赋能农业新质生产力的分析框架

（一）可能向度：人工智能体现技术革命性突破和颠覆式创新

发展农业新质生产力是对人工智能等颠覆性技术与农业农村现代化进程深度融合的现实回应。农业新质生产力数字化、智能化、精准化的发展主线，与人工智能数据驱动、深度学习和自我强化的本质属性形成逻辑自洽。人工智能以自然语言处理、计算机视觉、知识图谱、数字孪生等技术形式，深度嵌入农机装备、环境监测、生产管理等细分场景，是培育农业新质生产力的新风口。

人工智能赋能中国农业新质生产力兼具一般性与本土化特征。一般性体现在人工智能具有的技术革命性突破与颠覆式创新的双重角色。人工智能的革命性力量源于数据资源的爆炸式增长、算力加速迭代演进与算法逻辑精准优化的协同作用。基于技术新颖性、快速增长性和全域覆盖性等典型特征（宋宪萍，2024），人工智能技术正在从根本上改变传统农业的生产方式和经营模式，将释放农业部门尚未开发的巨大潜力。从农业生产全流程视角看：在感知层，人工智能技术基于多光谱传感器网络、无人机遥感系统等实现农业生产环境的数字化孪生；在认知层，人工智能技术借助深度神经网络、农业大模型等完成农业生产决策的智能解析；在执行层，人工智能技术依托北斗卫星导航系统、智能农机装备等实现对农业生产活动的精准化控制。

得益于大国经济的基本特征与中国特色社会主义基本经济制度，人工智能的赋能逻辑具有特色鲜明的中国本土化表现。首先，大国经济具有人口规模巨大、市场空间广阔等优势，能够为人工智能提供海量的数据支撑和丰富的应用场景。作为典型的超大规模经济体，中国在资源供给充裕、市场需求多样等方面具有规模经济效应，不仅能够降低农业大模型的训练成本，摊薄科技研发成本，也能通过吸引全球创新资源，推动自主创新能力的提升，并加快科研成果的产业化进程。其次，中国幅员辽阔的地理特征决定了其资源禀赋的丰富性与区域经济的非均衡性。由东部、中部、西部地区农业生产率的异质性体现的技术应用梯度差异，为人工智能技术的雁阵式扩散提供了空间载体。受自然条件、地域特征、耕种习惯等的影响，中国农业从东部设施农业到西部旱作农业呈现一定的生态多样性，不仅对智能农机等硬件装备提出了包容性要求，也为人工智能技术在农业领域的差异化应用与本土化适配提供了试验场。

（二）可为向度：人工智能助推生产要素实现质性重塑与创新性配置

中国“大国小农”的基本国情与“未富先老”的人口经济新特征（蔡昉，2024）使农业农村现代化面临诸多特殊挑战。在农业经营碎片化、分散化现象突出，以及农业劳动力“大龄化”“老龄化”趋势加深的背景下，人工智能通过构建农业数字基础设施与公共服务平台，合理配置数据、算力、算法等新型要素与土地、资金等传统要素，不仅为解决上述问题提供了切实可行的技术路径，也为农业部门提供了智能决策支持、生产流程优化和资源精准配置等服务模式。

一方面，人工智能对农业生产要素的赋能，有助于营造农业友好型制度环境。在中国高水平社会主义市场经济体制下，公平开放的市场规则与合规高效的流动渠道，有助于各类农业经营主体平等地获取关键生产要素（赵峰和段雨晨，2024），从而确保农业新质生产力的普惠性发展。在农业“智改数转网联”进程中，人工智能可重新整合各类生产要素，不仅推动各类农业经营主体开发定制化、实用化的技术解决方案，也有助于创新下一代生产函数，深度赋能农业生产，实现提质增效。例如，随着农业社会化服务体系的发展，小农户可以方便地获取技术托管与装备共享等基础性服务；家庭农场、农民专业合作社等新型农业经营主体则可聚焦于提高农业生产效率与加快农业全产业链数智化转型。

另一方面，人工智能对农业生产要素的赋能，有助于实现要素能级与组合效率的双重提升，推动农业生产力开放式演进。要素创新性配置的关键在于颠覆性技术渗透。人工智能通过提高要素在农业各环节的通达度与协同度，大幅度提升农业全要素生产率，拓展农业生产可能性边界，从而推动农业新质生产力实现几何级增长态势。值得注意的是，依托于嵌入人工智能技术的云平台、物联网和智慧系统，数据要素能够突破时空限制，实现多场景应用与多主体复用。数据要素的价值厚度随着使用频次和分析深度的增加而增加，能够在现代农业转型过程中发挥乘数效应与倍增作用，从而促进农业新质生产力进入能级裂变时代。例如，农业大数据库能够为农民提供即时性和针对性的建议，强化产销的高效对接，实现供需的精准匹配，从而推动现代农业的可持续发展。

（三）可行向度：人工智能催动传统农业释放产业动能和深度转型升级

中国高度重视粮食等关键农产品的有效供给（匡远配等，2024），着力打造自主可控、安全可靠的农业产业链、供应链。在这一过程中，不仅要警惕资源浪费、生态破坏和供需失衡等问题的出现（田

晓晖等，2021），也要重视人工智能等颠覆性技术工具的加持与赋能。“人工智能+”农业不仅是摆脱传统农业增长路径、破解农村产业窄化困境、培育绿色高效生态圈的核心选择，也是引领农业实现多功能拓展、多领域交叉与可持续发展的新亮点。

一方面，人工智能的技术红利可以持续惠及育种、播种、管理、采收和销售等农业全产业链的各个环节。在农业生产环节，人工智能协同大数据、通信技术等构建的农业智能决策支持系统，可以通过实时监测作物生长状态与种植环境参数，动态计算生产要素投入的最优解，实现对水、肥、温度、光照等资源的最佳利用。在农业服务环节，人工智能可以依托农业大数据平台、农业信息分析系统等，开展病虫害预警、产量预测等数字农情管理活动，推动农业生产方式向数据驱动的数智化模式加速转型。在农产品交易环节，农产品电商平台基于消费者行为数据构建需求侧画像，与区块链农产品溯源系统记录的供给侧信息形成双向反馈机制，能够推动农业供给体系与多样消费需求的高质量动态平衡。

另一方面，由人工智能主导的技术聚合能引发“技术奇点”，裂变成生产新模式、产业新业态和发展新路径。在人工智能的技术加持下，农业能与第二产业、第三产业实现交叉融合与功能支撑，形成特色农业、休闲农业、创意农业、体验农业等新型农业经营形态，有效拓展农业多功能性，从而显著提升农业产业韧性。人工智能通过推动农村资源的全域化整合与多环节增值，以及增加创意性农业服务供给等方式，不仅能充分挖掘乡村文化传承、旅游观光、生态涵养等功能的深层次价值（高帆，2024），形成新的农业经济增长点，也能加速延伸和拓展农业价值链，提高农业产业链竞争力。

四、人工智能赋能农业新质生产力的运行机制

人工智能对农业新质生产力的赋能作用表现为革新要素品质属性、突破要素组合边界、创新农业生产方式与拓展农业产业空间。在劳动者维度，人工智能有助于构建人机协同作业模式；在劳动资料层面，人工智能有助于实现传统工具数智化转型；在劳动对象范畴，人工智能有助于拓展生物—数字复合生产边界。最终，人工智能可以通过生产要素的智能重组推动农业生产力的效能跃升与能级裂变。基于对 Schultz（1964）与 Hayami and Ruttan（1970）理论框架的优化，并结合马克思主义生产力理论，本节将构建人力资本迭代、工具系统重构、对象谱系扩展、组合能级跃迁的四维分析框架，系统阐释人工智能赋能农业新质生产力的运行机制。

（一）人工智能多维度培育并赋能新农人，为农业新质生产力注入软实力

人工智能通过学习和模拟人类的思维、认知与行为，能够实现对人类劳动的技术化改造。人工智能不仅能够代替人类去完成单调重复的简单任务，还能辅助人类开展具有复杂性和创新性的工作，拓宽劳动者学习新技术、新理念和新思维的渠道。人工智能在农业劳动过程中的应用，不仅通过硬件装备延伸人类的体力劳动能力，还通过智能算法增强人类的脑力劳动能力。上述措施将促进农业领域人力资本结构的高级化和人才红利的加速兑现，为农业新质生产力的创造和发展提供强劲的人才保障。

1. 体力劳动能力外延型扩展。体力劳动主要依靠运动系统完成物质和能量的转化与加工，劳动过程易受资源短缺与环境恶化的制约。然而，在万物互联时代，人工智能的“机器感知”能够替代和增强人类的身体感知能力，有效突破要素稀缺性约束。一方面，人工智能具有劳动要素替代效应，能够

推动农业生产模式向少人化甚至无人化方向演进。作为人类身体机能的强化与延伸，人工智能将帮助劳动者摆脱重复、单调、繁重的农业劳作。在智能机器人主导的农业生产系统中，内嵌 AI 技术的机械臂能够自主完成传统机械性体力劳动，大大降低劳动者的体力负荷。另一方面，人工智能具有劳动边界拓展效应。借助物联网、云计算等中介系统，人工智能将显著提升人类与物理世界交互的广度与深度。人工智能与劳动者之间建立的多维生产关系，能够强化劳动者的生产效能，使得仅靠劳动者双手难以完成的复杂劳动和创新劳动成为可能。劳动者执行农业生产任务将不再囿于既有经验和“看天吃饭”，而是通过对数据、技术、系统、平台等要素的整合与运用，开创全新的生产经营模式，解锁多元化、多功能的农业应用场景。

2. 智力劳动能力内涵式增长。智力劳动是高阶深度劳动形式，其核心在于对记忆、思维、情感、想象等要素的综合运用。人工智能是人类心智的机器化模拟与学习的产物，具备自主学习、逻辑判断、独立思考、分析预测、自我强化等能力，不仅能够重塑人类的认知方式与知识结构，也将对人类社会角色、行为模式和智力劳动产生革命性影响。首先，人工智能有助于替代重复性智力劳动。人工智能具有“能思维”的智慧特性，可以通过计算机视觉、机器学习、大数据模型等技术手段，赋予机器更接近人类的认知与决策能力。依托海量数据的创生、精准算法的优化和高效算力的提升，人工智能可以帮助劳动者克服传统信息处理过程中存在的效率低下、误差频发等问题。这将给予劳动者更多的时间和空间，便于劳动者学习前沿技术、掌握智能设备、激发创新精神。其次，人工智能有助于强化创新性智力劳动。数字数据、流量信息、编程代码等新质劳动要素的快速流通与实时反馈，能够促使更多农民进入高效作业状态和开展创意表达。例如，通用型人工智能和虚拟化数字技术共同搭建的智慧农业场景，能够激发农民主动学习、拥抱新技术的自主意识。人工智能不仅能丰富智力劳动的内容和形式，也有利于各类农业人才的价值创造，从而促进农业人力资本向高级化、质优化、精尖化演进。

（二）人工智能深层次赋能并升级新农技，为农业新质生产力筑牢硬支撑

农业新质生产力要求实体性劳动资料（如农业机械设备等）具备广覆盖、高效能、高质量、高科技含量等特征，以及非实体性劳动资料（如知识、技术、管理、系统和平台等）与前沿数智技术的深度融合。人工智能的发展浪潮正推动劳动资料在量增、质升与智变等方面取得显著进展。先进的农作技术、智能的农机装备、高效的化肥和农药等农业劳动资料，正在经历智能迭代与创新升级，从而促使农业生产流程趋于智能化、高端化。劳动资料的颠覆性变革不仅能为传统农业的转型升级提供强有力的物质支撑，也能够加速农业新质生产力的形成与发展。

1. 数量与类型显著增加。根据诱致性技术变迁理论，生产经营主体会通过识别要素相对价格信号，用廉价的丰裕要素替代昂贵的稀缺要素。在中国人口红利减弱、劳动力成本攀升的背景下，农业生产经营主体在利益最大化原则的指引下，会选择用低成本、高效率的生产工具替代高成本、低效率的手工劳动，这使得生产工具的总量持续增长、表现形态不断拓宽。在实体性劳动资料领域，现代农业机械装备以数据和能源为动力，替代了由人力、畜力等驱动的犁、锄头等传统简单农具。智能农机装备的高效便捷，不仅降低了农作劳动的强度，也缓解了现代农业生产对劳动力的依赖，从而推动农业生

产效率的跨越式提升。在非实体性劳动资料领域，科学技术、知识产权、互联网平台等生产要素能够高效协同农机装备，使部分作业的效度和精度达到国际先进水平。人工智能技术与非实体性劳动资料的结合，不仅提升了智能农机装备的可及性，也降低了自然条件对农业生产的限制。这种变革将有效释放农业生产要素潜力，深度拓展农业生产边界，广泛延伸农业产业链条，最终促使农业生产过程迈向智能化、高效化和可控化。

2.质量与“智量”跨越性提升。实现农业大国向农业强国的历史性跨越，核心是增强农业科技装备创新能力。现阶段，农机装备正在从传统的自动化机械向集先进技术、多样化功能和可持续发展理念于一体的智能机器人演进。以数据、算法、算力等为代表的新型劳动工具，实现了生产资料“质”的跃升与“智”的变革。生产资料的新介质与“含智量”体现在耕、种、管、收各环节，可削弱自然环境对农业生产活动的限制，拓展农业生产边界和发展空间。人工智能助推智能农业生产系统和农业知识数据平台的建立，通过传感器技术、自动化控制系统、农业物联网等媒介，对农业生产过程进行全链条、全方位、全周期的实时性和精细化管理，确保最大限度地优化要素配置结构、提高资源利用效率、降低能源使用消耗，为培育农业新质生产力提供物质条件和技术环境。在现代农业生产实践中，生物育种、播种机器人、植保无人机、温度传感器等智能技术和装备已取得实质性突破并逐渐示范推广，人机交互和多机协同的生产模式逐步普及。人工智能凭借精准决策、智能管理和高效渗透的优势，能够帮助农民深度理解和掌握农作物的生产状况，最终推动农业生产力的高效能、高质量跃升。

（三）人工智能全链条重塑并拓展新农作，为农业新质生产力提供强保障

劳动对象是现实生产过程的物质载体。在数字经济时代，人工智能技术依托其广度的延伸、精度的提升和深度的拓展，不仅丰富了劳动对象的种类和形态，拓宽了现代农业的内涵与外延，也为农业新质生产力的加速涌现提供了技术支撑。人工智能对劳动对象的质性重塑和创新创造，表现为对劳动对象的系统性改造，即从具体劳动对象的升级拓展至整体场景生态的重构。

1.拓宽农业劳动对象范围。随着人工智能在各类农业场景中的深度渗透，劳动对象完成了从天然物质形态到数据信息形态的演变过程，农业新质生产力的潜在可能性和现实基础已然具备。在人工智能的加持和赋能下，智能终端设备被应用于农业生产、加工、流通和交易的各个环节，数据要素的价值随数据规模的扩张和数据类型的丰富而呈现指数级增长态势。

第一，农业大数据被系统化生产、收集、传输和处理，成为重要的新质劳动对象。多源异构数据是农业生产力质态重塑的核心因素，能够迅速融入生产、分配、交换和消费等环节，通过数据流引领技术流、资金流、人才流与物资流，最终实现对农业生产、管理、经营、服务等精准指导。数据要素、人力资本、物质资本、土地资源、管理经验深度融合并有机协同，能够激发农业数据要素的活力与潜能，最大化释放数据要素的价值，最终发挥数据的生产力效应。

第二，“人工智能+”和“数据要素×”已经成为农业新经济增长点和农业新质生产力形成与发展的关键引擎。随着人工智能的深度应用和数据要素的持续累积，由农民经验和直觉驱动的传统农业生产方式加速转向由数据和新技术驱动的现代农业生产方式。数据要素的易复制性、强流动性、可共享性与存储性，有助于数据要素规模经济效益的持续扩大，最终形成“滚雪球”式的正反馈循环。更为

根本的是，“数据要素×数据要素”模式对农业全产业链的深度嵌入，能够帮助农业经营主体高效解读农业生产数据并精准剖析农业“痛点”，促进农业技术创新和生产效率提升，最终实现农业生产力的能级质变和跃迁升级。

2.深化农业劳动对象领域。人工智能持续催生新型生产空间和创新多元应用场景，有助于开辟农业生产的新领域和新赛道，有利于全方位增强农业产业链、供应链的韧性和可持续性，从而为农业新质生产力的发展蓄势赋能。

第一，人工智能与大数据、互联网、区块链等媒介的联袂赋能，共同推动农业与第二产业、第三产业的融合发展。“人工智能+”为农业生产经营过程注入信息互通、数据共享、资源协同的新动能，打造数智化产业生态系统，联通生产、交换、分配、消费等环节。例如，农村电子商务、农村智慧物流等农村数字服务业的发展，以及农产品无人加工车间、农产品溯源系统等农村新型制造业的发展，不仅有助于打破农民对土地的依赖，缓解土地、淡水等自然资源对农业生产经营的约束，也能为农事活动提供广阔的发展空间和技术边界，拓展农业应用场景的深度，进而实现农业产业的多元化增值。

第二，人工智能有助于深度开发涉农新业态并重构农业发展新动能，不断拓展和深化“农”的内涵与功能。在人工智能的赋能下，人类可以借助更加先进的技术、工具和手段从自然界获取能量与物质，利用与改造自然的范围也扩展至高空、海洋、深地、微生物等多个领域。农业的功能也由基本的经济功能和社会功能扩展至生态涵养、休闲观光、文化传承、生物保护等功能，实现了多元化、多领域的跨界突破。生物制造、合成生物学、食品营养健康等新兴业态的不断涌现，有助于推动农业生产向绿色化、精细化方向转型。“浇水不湿手、种菜不下田、丰收不问天”等充满创新性和融合性的农业应用场景已成为现实。

（四）人工智能全方位优化要素组合空间，为农业新质生产力释放长效动能

劳动者、劳动资料、劳动对象的优化组合是新质生产力的基本内涵。农业新质生产力的目标在于，通过人工智能等前沿技术的赋能，实现农业全要素生产率的非线性增长，而非传统要素的简单叠加。根本上讲，单独的生产要素只是生产力内部尚未被激活的潜在形态，仅构成生产能力现实化的基本条件（刘同舫，2024）。只有让生产力诸要素在动态交互过程中形成层次有序、耦合共生的有机整体，才能将生产要素的潜能转化为现实成果，并产生创造使用价值或提供劳务服务的实质性功能。

新质生产力各组成要素的创新性配置是对现实生产实践的深刻把握。优化要素组合意味着，要根据现代化产业体系的发展需要，通过引导各类先进优质生产要素从低效率领域转向高效率领域，实现要素配置比例与组合空间的优化调整。这一过程不仅能够推动生产力系统内部结构的合理化与高效化，也能够重构基要生产函数，最终实现农业全要素生产率的有效提升。人工智能技术作为生产力系统的渗透性、媒介性要素，能够通过优化要素组合形式促进农业新质生产力的发展。新质劳动者、新质劳动资料、新质劳动对象的有机组合在农业领域的深度嵌入，能够放大科技创新这一关键变量的价值创造效应，从而提高农业竞争新优势、促进农业高质量发展（马晓河和杨祥雪，2024）。在智能时代，生产力诸要素的界限逐渐模糊，各类生产要素在时空、功能层面逐步实现动态融合与科学配置（黄先

海和虞柳明, 2025), 使得农业生产过程更加灵活高效。人工智能技术不仅能够改造传统生产分工形式, 形成新型生产组织形态, 也有助于形成适应农业新质生产力发展的新型农业生产关系, 最终提高全要素的组合效率与新质生产力效能。

五、人工智能赋能农业新质生产力的实践困境

发展农业新质生产力要求形成数量增加、质量提升和生态可持续性的动态平衡体系。尽管中国在“AI+农业”领域取得了革命性成果, 如“天工开悟(Kwoo)”农业大模型、弘农大模型等人工智能技术应用成果。但是, 人工智能对农业新质生产力的赋能仍面临诸多现实制约: 人力资本二元失衡、关键技术路径依赖、数据要素价值沉寂、应用场景支撑缺位。这些结构性矛盾不仅阻碍了农业全要素生产率的提升速度, 也不利于农业新质生产力的跃迁发展。

(一) 人力资本二元失衡: 数量短缺与质量滞后的结构性挑战

新质劳动者是农业新质生产力中最活跃的力量, 对推动农业现代化转型具有能动作用。但是, 目前来看, 中国农业农村领域正面临人力资本数量短缺和质量欠佳的双重困境(张海鹏和王智晨, 2024)。困境的实质在于传统要素配置模式与现代农业生产体系之间的深度脱节, 使涉农业态的发展活力与产业潜能未能充分释放, 从而阻碍农业新质生产力的跃迁发展。

从要素流动视角看, 农村劳动力的选择性迁移呈现“精英流失”的特征。这一困境反映了人力资本在城乡二元结构下的配置失衡, 可能会使农业部门陷入“技能溢价衰减—产业竞争力弱化—收益空间压缩—人力资本再流失”的负反馈循环。根据国家统计局的数据, 2018—2024年, 城乡居民人均可支配收入之比始终保持在2.34以上^①。在新型工业化和新型城镇化加速推进的背景下, 城市部门凭借要素报酬优势, 对农村优质劳动力形成“虹吸效应”。制度层面的深刻矛盾表明, 户籍制度渐进式改革与土地制度市场化改革使农业部门出现“人地分离”“人户分离”等伴生现象(王琮等, 2023)。

《中国统计年鉴2024》的数据显示, 截至2023年底, 第一产业就业人员比重为22.8%左右^②。这一变化反映了农村空心化、农业边缘化和农民老龄化的“新三农”问题, 已成为阻碍中国农业高质量、可持续发展的痛点(项继权和周长友, 2017)。

从要素提升视角看, 中国农村固有的发展桎梏在于, 人力资本积累的代际锁定陷阱无法满足农业新质生产力对高素质人才提出的需求。在城乡二元结构下, 教育资源配置的结构性偏差使得农村的人力资本积累存在先天性缺陷, 农业部门高水平、复合型人才相对匮乏(贾晋等, 2024)。根据2020年对《中国人口普查年鉴》数据的分析可知, 中国乡村地区16~59岁劳动年龄人口的平均受教育年限约为9.07年^③。大多数农村劳动力缺乏接受高等教育与职业技能培训的机会(尤亮和田祥宇, 2024), 农村的内生发展动力受到制约。这种制约具体表现在两个方面: 第一, 受传统生产惯性和风险规避倾

^①资料来源:《全国年度统计公报》, <https://www.stats.gov.cn/sj/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/>。

^②资料来源:《中国统计年鉴2024》, <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2024/indexch.htm>。

^③资料来源:《中国人口普查年鉴》, <https://www.stats.gov.cn/sj/pcsj/rkpc/7rp/zk/indexch.htm>。

向的影响，大多数农民对人工智能等新兴技术的接受程度和采纳意愿有待提升，农业现代化转型存在停滞风险。技术认知鸿沟使大量农户仍倾向于选择经验驱动的传统耕作方式，智能农机、精准农业系统等农业科技与设备难以在实际生产中被农民全面采纳。第二，农业劳动力缺少“主动求变”的技术应用意识和创新实践精神，难以突破传统生产模式的路径依赖，人工智能技术在落地应用中遭遇“最后一公里”障碍。

（二）关键技术路径依赖：自主创新与全球竞争的双重压力

新质劳动资料效能的提升，与人工智能等科技的演进程度密切相关。然而，中国人工智能底层技术水平整体上处在早期发展阶段，应用先行、基础薄弱，二者形成鲜明反差。根据《2024 斯坦福 AI 指数报告》，2023 年美国机构主导开发了 61 个知名 AI 模型，是中国同期研发量的 3 倍多^①。这种底层技术供给不足的困境，不仅影响新质劳动资料智能化升级的深度，也将制约农业生产力的现代化转型进程。

一方面，研发投入“重应用、轻基础”的路径依赖，抑制了中国的自主式原始创新能力。根据国家知识产权运营公共服务平台和中国信息通信研究院发布的《人工智能中国专利质量研究报告》，中国人工智能领域 9 级以上的高价值专利占比仅 3.2%^②。与美国在基础算法、芯片架构等底层技术领域持续数十年的高强度投入相比，中国的科研资金多流向应用层面的开发，呈现“倒金字塔”式的研发投入结构。产生上述现象的原因是，国家创新生态系统中政府主导的科研评价体系与市场主体的短期绩效目标存在割裂，而且这种割裂在农业科技领域尤其明显。中国农业科技投入在全行业科技投入中所占比重由 2020 年的 6.42% 下降到 2022 年的 6.05%，相对地位呈弱化、边缘化趋势（毛世平等，2025）。农业场景中智能装备传感器精度不足、算法适应性不强等短板，本质上是基础层技术供给不足、应用层创新同质化在农业领域的显性化表现，根本原因在于改良式技术演进轨迹与农业新质生产力突破式创新需求之间的冲突。

另一方面，人工智能领域技术地缘政治化趋势的发展，提高了自主研发成本。相关分析显示，中国在农业科技领域的国际领跑型、并跑型和跟跑型技术的占比分别为 10%、39% 和 51%，基本处于技术追随者地位。2022 年，中国的农业科技进步贡献率虽已超过 60%，但是，仍落后于世界农业强国平均水平近 20 个百分点^③。技术落后的症结可从三个维度进行剖析：首先，由发达国家的技术封锁引发的断链风险会形成创新抑制。在精密减速器等核心零部件进口成本攀升的背景下，研发预算向进口替代技术领域过度倾斜，挤占了传感器芯片等基础研究的投入空间。其次，创新要素配置的结构性扭曲加剧技术代差。研发投入偏差的存在，使中国在生物育种、农业机器人、智能决策模型等前沿领域与

^①资料来源：《斯坦福迄今最全 AI 报告发布，中国 AI 专利数遥遥领先》，https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_27048035。

^②资料来源：《〈人工智能中国专利质量研究报告〉发布》，<http://ip.people.com.cn/n1/2020/1113/c136655-31930354.html>。

^③资料来源：《【专家学者话新年】以新质生产力引领农业强国建设》，https://theory.gmw.cn/2024-02/17/content_37148262.htm。

发达国家仍存在一定的技术差距。最后，技术代差催生的创新惰性，使得核心算法的对外依存度较高，基础硬件和软件长期缺乏前沿竞争优势，或将加剧全球范围内人工智能领域的“马太效应”。

（三）数据要素价值沉寂：农业数字化转型中的基础性障碍

作为新质劳动对象的重要组成部分，农业大数据在采集、分析、流动、监管等环节存在的系统性缺陷，不仅阻碍了数据要素的高效利用和价值实现，也增加了人工智能在赋能农业新质生产力过程中的显性成本和潜在风险。

首先，数据采集环节存在效率损失。由于缺乏针对农业生物特性的数据标准体系，农村地区新型数字基础设施建设滞后，技术与产业融合过程中存在农业数据失真、篡改、损坏和超载等问题。这些问题不仅增加了农业数据的获取难度和清洗成本，还提高了跨部门、跨系统搭建数据融合平台的复杂度，严重制约了人工智能算法“智造力”的释放。

其次，数据分析环节存在能力赤字。出现这一问题的原因在于农业数据的小样本与非结构化特征。农业数据特质与通用技术方案之间的结构性障碍，使得农业大数据可视化难以达到理想效果。具体而言，作物生长的周期性与算法训练的连续性存在时序错配问题，农业数据的样本量普遍低于机器学习模型要求的训练阈值，大模型泛化能力对小样本的支持度不足。

再次，数据流动环节存在堵点和断点。关键原因在于，农业生产主体尚未建立统一、明晰的数据标准体系与共享规则。混频数据应用、多源异构数据融合（刘涛雄和尹德才，2024）、基础设施兼容障碍等问题的存在，不仅加剧了“数据烟囱”与“数据孤岛”现象，更衍生了语义歧义和解析误差等风险。而且，由农业大数据条块分割的不合理性造成的数据可及性、可读性与可用性缺失，可能会削弱人工智能赋能农业新质生产力的可持续性。

最后，数据监管环节存在责任缺位。人工智能与农业的深度融合需要有规模巨大的涉农数据作为基础支撑，但是，在数据的存储、共享和应用过程中，农业生产数据、农业市场数据、农业管理数据等海量资源容易面临泄露、滥用、污染、攻击等各类安全隐患。尤为重要的是，农业大数据包括政府基础数据、企业运营数据和农户生产数据等内容，数据所有权与使用权边界的模糊，使得数据在流动过程中容易发生非法交易、违法流通等问题，农业新质生产力发展对数据生态的需求难以得到满足。

（四）应用场景支撑缺位：横向覆盖脱节与纵向融合迟滞

场景生态是生产要素创新性配置的现实表达。“少数重大场景引领、大量长尾场景主导”是中国人工智能应用的典型特征。现阶段，人工智能技术虽然已经渗透到精准农业管理、农产品质量检测、农业供应链管理等领域，但是，应用场景创新仍面临双重制约，即横向覆盖广度受到长尾场景开发不足的限制，纵向应用深度受到技术融合水平不高的限制。原因在于，单纯的技术主导思维难以适应场景创新的需求。只有农艺知识、农情经验与技术创新深度融合，才能有效突破场景迭代的发展“瓶颈”。

首先，人工智能在农业场景的渗透深度有限，智能装备的规模效应与小农经营的分散特征存在一定冲突。家庭承包经营是中国农业经营的基本格局。智能传感器、农业机器人等硬件设备的高购置成本与高使用门槛，与分散化的农业经营格局形成鲜明对照。缺乏智慧农机装备、雄厚资金储备与关键核心技术的中小规模农业经营主体在农业价值链中处于弱势地位。而人工智能应用场景的创新实践大

多局限于少数大规模农业经营主体，应用场景的碎片化、非均衡趋势较为明显。在农业领域，中国存在兼具专业化与智慧化特征的农业龙头企业数量有限且地域分布不均的突出问题，农业龙头企业的离散化布局制约了规模化示范效应的形成，不利于农业生产力的质态跃迁。

其次，人工智能与农业场景的深度融合面临适配难题。周晓时等（2021）研究发现，人工智能应用程度增加 1%，仅能带动农业生产率增加 0.0077%。原因在于，农业生产的生物特性要求技术系统与算法架构具备动态适应能力。然而，中国人工智能的发展尚处于起步阶段。算法运行所需要的确定性逻辑与农业生产对现实情境的强依赖性之间存在矛盾，可能会使人工智能对农业生产的边际效应降低。

最后，人工智能要向新领域继续拓展。当前，人工智能在农业领域的主要应用目的是提高生产效率和产品质量，尚未充分整合农业生态系统的综合功能诉求。传统农业多聚焦保障粮食供给的生产功能，而农业的生态涵养、净化自然等生态功能以及文化遗产、休闲观光等社会功能尚待深入开发。场景创新动力不足和跨域场景应用的缺失，不仅会阻碍农业的多元化开发、多层次利用、多环节增值，还将阻滞农业生产从“旧质”向“新质”的跨越性变迁。

六、人工智能赋能农业新质生产力的跃升路径

需要认识到，加快发展农业新质生产力，因地制宜推动农业新质生产力朝向更高质量、更有效率、更为安全、更可持续的方向演进，是一项兼具系统性与复杂性的长期任务。这要求各级政府、农业企业、科研机构、现代农民的共同参与、高效协同，形成“政产学研用”深度融合的联动格局，从人才引进、技术攻关、数据统筹、场景创新四个维度系统推进农业产业提质增效升级，最终形成具有中国特色的农业新质生产力发展范式。

（一）全方位引育高端人才，因地制宜催生活跃型农业新质生产力

新质劳动者是推进农业新质生产力形成与发展的生力军。立足农业资源禀赋与功能定位的差异化情况，构建分区适配、动态校准的农业新质劳动者供给体系，以夯实农业新质生产力的人才基础。首先，构建多样化培育体系。根据粮食主产区、特色农产品优势区、生态脆弱区的异质性人才需求，有针对性地设计农业技能培养方案，充分调动农民的积极性、主动性和创造性。以高开放性的数字化课程资源打通城乡教育资源壁垒，推进生产经营型、专业技能型、社会服务型等多元化新农人的培养。其次，自主培养新农科人才。在基础教育、职业教育、继续教育和高等教育等各个阶段，因域设立涉农学科，因时普及农业知识，促进知识学习与田间实践的深度互嵌。推进“政产学研用”协同创新农业人才培养体系，加快建设创新型、实干型、复合型的新质人才梯队，重点培养研发型人才、战略型人才、应用型人才与领军型人才。最后，创新柔性引才机制。按照核心区、特色区、边缘区的空间布局，推行创新极核引领、协同网络联动、振兴补位支撑的梯度型引才政策，形成人才引进与发展需求精准对接的良性循环。同步推进公费农科生培养、高校毕业生生“三支一扶”等专项计划，持续优化完善科技特派员等助农制度。构建涵盖职业发展、公共服务、生活保障等多维度的政策支持体系，系统提升农业对高层次人才的吸引力，最终实现农村人才资源的规模集聚和效能释放。

（二）战略性攻关核心技术，因地制宜驱动强韧型农业新质生产力

农业科技创新是驱动农业新质生产力发展的根本动力。充分发挥新型举国体制优势，以涉农技术的根本性突破引领农业生产力的现代化转型。在自主创新维度，构建从基础研究到应用研究的完整创新链条，通过优势资源的有序流动与高效配置，以点带面，促进农业新质生产力的整体提升。一方面，强化前沿基础研究能力。搭建具有前瞻性的跨学科交叉、多领域协同的科研平台，聚焦种源开发、良种培育、耕地保育、智能农机等农业产业链“卡脖子”关键环节，着力开展核心技术攻关。另一方面，因地制宜推动农业科研成果的落地与转化。瞄准区域地形特征与农业现实生产条件，以问题和需求为导向研发智能农业装备。尤其要在农产品初加工装备、丘陵山地小型机械等农机产品方面加强研发力度，形成技术创新与地域特色协调的发展格局，增强农业新质生产力的内生韧性。在开放创新维度，基于区域发展规划，有选择性地开展国际合作。例如，加强与国际农业研究磋商组织等前沿科研机构交流与合作，推动农业前沿科技的交叉研究和联合研发，从而为农业生产策略的优化提供科学指导。

（三）系统性统筹数据资源，因地制宜赋能高效型农业新质生产力

农业大数据是新质劳动对象，其深度开发与利用是实现农业生产力几何式增长和现代化转型的关键所在。首先，健全覆盖农业生产全链条的数据采集网络，解决涉农数据基础覆盖面不足问题。根据区域发展特点，部署人工智能、云计算等农业数字新基建，重点研发适应不同农业场景的数据采集、清洗、传输、脱敏、存储和溯源技术，着力完善多源异构数据的标准化处理能力。其次，构建农业农村数据安全管理体系，使涉农数据质量可控。应当根据不同地区的发展特征，实施联动监管与联合监督的动态监管制度，完善涵盖确权登记、安全共享、合规使用等环节的规范体系，确保农业数据资源在采集、分析、存储、应用全过程的安全可控，从而实现农业数据价值的安全释放。最后，构建分级分类的农业大数据共享机制，解决涉农数据价值实现问题。依托人工智能、大数据等新技术，构建农业知识图谱，促进农业数据要素跨部门、跨区域的有序流动，实现多源数据的深度融合与智能分析，形成数据驱动的农业决策模式，充分释放农业数据要素的潜在效能。

（四）宽领域搭建场景生态，因地制宜塑造智慧型农业新质生产力

场景生态是新质生产要素在特定时空条件下的有机组合形态，构成了新质生产力培育与发展的现实场域。人工智能是引领这一轮科技革命和产业变革的战略性技术，具有溢出带动性很强的“头雁”效应^①。技术与场景的交互融合，能够为农业多元化发展赋能，塑造智慧型农业新质生产力。首先，强化重大农业场景设计能力。农业生产涉及多环节、多流程，要求数据、技术、场景、生态等要素的有机协同和动态交互。应当根据农业生产地域的实际特征，有针对性地将数字技术嵌入农业生产全链条，重点提高生产管控、经营决策、物流服务等关键环节的技术成熟度，实现数据、技术与产业的有机协同，深挖潜在需求，预测超前需求，从而持续优化和加速迭代农业产品与服务。其次，构建差异化农业创新场景体系。立足区域比较优势与政策环境，积极探索人工智能在农业领域的潜在应用场景。

^①参见《习近平在中共中央政治局第九次集体学习时强调 加强领导做好规划明确任务夯实基础 推动我国新一代人工智能健康发展》，《人民日报》2018年11月1日第1版。

将通用人工智能技术与涉农业态深度结合，开发天、空、地多尺度场景和空间，培育生态农业、休闲农业、养生农业、创意农业等众多新型特色业态。重点打破人工智能技术在农业场景的适配性“瓶颈”，探索多样化人工智能创新应用领域，实现农业生产全流程的智能化、精准化转型。

参考文献

- 1.蔡昉, 2024:《以劳动生产率为抓手推进农业农村现代化》,《中国农村经济》第7期,第2-15页。
- 2.陈雨露, 2023:《数字经济与实体经济融合发展的理论探索》,《经济研究》第9期,第22-30页。
- 3.刁海璨, 2025:《企业基础研究与新质生产力培育》,《数量经济技术经济研究》第3期,第91-110页。
- 4.高帆, 2024:《新质生产力与我国农业高质量发展的实现机制》,《农业经济问题》第4期,第58-67页。
- 5.洪银兴, 2024:《新质生产力及其培育和发展》,《经济学动态》第1期,第3-11页。
- 6.黄季焜, 2024:《农业新质生产力:内涵与外延、潜力与挑战和发展思路》,《中国农村观察》第5期,第19-34页。
- 7.黄先海、高亚兴, 2024:《数实融合加速新质生产力形成的内在逻辑与实践路径》,《经济纵横》第10期,第46-56页。
- 8.黄先海、虞柳明, 2025:《人工智能与新质生产力:逻辑、现实境遇与政策取向》,《东南学术》第1期,第125-137页。
- 9.贾晋、彭浩瀚、高远卓, 2024:《保障农业强国建设要素投入:基本逻辑、现实挑战与实践路径》,《经济学家》第12期,第104-113页。
- 10.匡远配、彭云、李姗姗, 2024:《新时代中国农业农村现代化的多重逻辑、基本特征及实现路径》,《中国农村经济》第12期,第2-22页。
- 11.刘刚, 2023:《工业发展阶段与新质生产力的生成逻辑》,《马克思主义研究》第11期,第111-125页。
- 12.刘涛雄、尹德才, 2024:《大数据在农业经济问题研究中的应用展望》,《农业经济问题》第8期,第4-12页。
- 13.刘同舫, 2024:《以唯物史观理解新质生产力》,《马克思主义理论学科研究》第4期,第27-36页。
- 14.刘志彪、凌永辉、孙瑞东, 2024:《传统产业改造:发展新质生产力的重点选择策略——兼论对农业现代化的启示》,《农业经济问题》第4期,第47-57页。
- 15.罗必良, 2024:《新质生产力:颠覆性创新与基要性变革——兼论农业高质量发展的本质规定和努力方向》,《中国农村经济》第8期,第2-26页。
- 16.马晓河、杨祥雪, 2024:《以加快形成新质生产力推动农业高质量发展》,《农业经济问题》第4期,第4-12页。
- 17.毛世平、刘婉钰、林青宁, 2025:《中国农业科技投入强度、结构及政策取向——兼论农业科技创新“最后一公里”的经费投入》,《农业经济问题》第3期,第18-31页。
- 18.任保平, 2024:《生产力现代化转型形成新质生产力的逻辑》,《经济研究》第3期,第12-19页。
- 19.任保平、程至瑜、宗景辉, 2024:《新质生产力形成中制造业新质化发展水平测度与时空演进》,《数量经济技术经济研究》第12期,第5-24页。

- 20.宋宪萍, 2024: 《从赋能到使能: 人工智能驱动下的未来产业培育》, 《人民论坛·学术前沿》第12期, 第80-89页。
- 21.谭淑豪, 2024: 《以新质生产力拓展农业多功能性》, 《人民论坛·学术前沿》第10期, 第86-93页。
- 22.田晓晖、李薇、李戎, 2021: 《农业机械化的环境效应——来自农机购置补贴政策的证据》, 《中国农村经济》第9期, 第95-109页。
- 23.涂良川, 2025: 《人工智能时代的唯物史观基本问题探究》, 《中国社会科学》第2期, 第21-40页。
- 24.王璐、杨汝岱、吴比, 2020: 《中国农户农业生产全要素生产率研究》, 《管理世界》第12期, 第77-93页。
- 25.王琮、吴泽南、胡涛、张芯悦、叶静怡, 2023: 《非对称性户籍改革下农民工户籍选择与农地使用效率》, 《经济研究》第10期, 第170-190页。
- 26.王修华、彭德荣、李万利, 2024: 《以新质生产力发展推进中国式现代化——第二届“中国式现代化经济发展前沿论坛”研讨会综述》, 《中国农村经济》第10期, 第174-184页。
- 27.魏后凯、吴广昊, 2024: 《以新质生产力引领现代化大农业发展》, 《改革》第5期, 第1-11页。
- 28.项继权、周长友, 2017: 《“新三农”问题的演变与政策选择》, 《中国农村经济》第10期, 第13-25页。
- 29.谢伏瞻, 2019: 《论新工业革命加速拓展与全球治理变革方向》, 《经济研究》第7期, 第4-13页。
- 30.姚毓春, 2024: 《以新质生产力引领农业强国建设: 内在要求与实现路径》, 《人民论坛·学术前沿》第10期, 第40-46页。
- 31.尤亮、田祥宇, 2024: 《农业新质生产力: 现实逻辑、内涵解析与生成机理》, 《经济问题》第6期, 第27-35页。
- 32.张海鹏、王智晨, 2024: 《农业新质生产力: 理论内涵、现实基础及提升路径》, 《南京农业大学学报(社会科学版)》第3期, 第28-38页。
- 33.张红宇, 2024: 《中国农业运行的底层逻辑——准确把握农业新质生产力的深刻内涵》, 《农业经济问题》第12期, 第24-32页。
- 34.赵峰、段雨晨, 2024: 《以高水平社会主义市场经济体制建设保障中国式现代化稳步推进》, 《经济学家》第10期, 第5-21页。
- 35.周晓时、李俊鹏、吴清华, 2021: 《人工智能发展对农业生产率的影响: 基于跨国面板数据的实证分析》, 《华中农业大学学报(社会科学版)》第5期, 第158-167页。
- 36.诸竹君、黄先海、陈航宇, 2024: 《生产性服务业外资开放与制造业创新——兼论新质生产力发展的制度型开放优化路径》, 《金融研究》第2期, 第76-93页。
- 37.Bresnahan, T. F., and M. Trajtenberg, 1995, "General Purpose Technologies 'Engines of Growth'?", *Journal of Econometrics*, 65(1): 83-108.
- 38.Fortune, S., and M. Zingibl, 2009, "Enabling Science and Technology", *Bell Labs Technical Journal*, 14(3): 1-5.
- 39.Hayami, Y., and V. W. Ruttan, 1970, "Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan, 1880-1960", *Journal of Political Economy*, 78(5): 1115-1141.
- 40.Schultz, T. W., 1964, *Transforming Traditional Agriculture*, New Haven, C.T.: Yale University Press, 36-52.

Artificial Intelligence Empowers New Quality Productive Forces in Agriculture: Realization Logic, Operation Mechanism, and Leapfrog Path

HUANG Xianhai¹ HUANG Yuhan¹ YU Liuming²

(1.School of Economics, Zhejiang University;

2.Department of Business Administration, Party School of Zhejiang Provincial Committee of C. P. C)

Summary: With the rapid advancement of smart agriculture and digital agriculture, artificial intelligence (AI) is integrated into the whole agricultural industry chain, profoundly reshaping agricultural production paradigms and providing essential support for cultivating new quality productive forces in agriculture. However, although AI has made great strides in agriculture, its practical application to enhance new quality productive forces in agriculture still faces numerous challenges. This paper clarifies the realization logic and operation mechanism of AI's empowerment of new quality productive forces in agriculture, and then proposes corresponding pathways to overcome these practical dilemmas.

This paper thoroughly defines the academic connotations of new quality productive forces in agriculture and systematically explains how AI empowers its development. New quality productive forces in agriculture are driven by emerging technologies like AI, with the core content including new quality production factors and new combinations of factors. It is characterized by a significant increase in agricultural total factor productivity (TFP). It is strategically oriented towards accelerating building up China's strength in agriculture. In terms of labor, AI helps establish a human-machine collaborative working model; In terms of labor tools, AI facilitates the digital and intelligent transformation of traditional tools; In terms of labor objects, AI expands the boundaries of agricultural production. Ultimately, AI can enhance the efficiency and capacity of agricultural productivity through the intelligent reconfiguration of production factors. The practical dilemmas in the process of empowering new quality productive forces in agriculture through AI are primarily manifested in the dual imbalance of human capital, the path dependence of key technologies, the value silence of data elements, and the lack of application scenario support. This paper explores four aspects to outline a path for the leapfrog development of new quality productive forces in agriculture with Chinese characteristics, thus promoting the evolution of new quality productive forces in agriculture towards higher quality, improved efficiency, enhanced safety, and greater sustainability according to local conditions. The leapfrog paths include comprehensively attracting and cultivating high-end talent, strategically tackling core technologies, systematically coordinating data resources, and building a broad range of application scenarios.

This paper's contributions are reflected in three key aspects. First, developing new quality productive forces in agriculture is a long-term endeavor. AI serves as a strong driver for the development of dynamic, resilient, efficient, and intelligent new quality productive forces in agriculture. AI's role in enhancing efficiency cannot be overlooked. Second, in the process of AI empowering new quality productive forces in agriculture, three underlying principles emerge: AI represents a revolutionary breakthrough and disruptive innovation; AI facilitates the qualitative transformation and innovative allocation of production factors; AI drives traditional agriculture to release industrial potential and achieve profound transformation and upgrading. Third, new quality productive forces in agriculture have become a major national strategic deployment. It requires seizing the significant strategic opportunities presented by AI development and using AI to promote new development of new quality productive forces in agriculture.

Keywords: AI; New Quality Productive Force in Agriculture; High-Quality Development of Agriculture; Modernization of Agriculture and Rural Areas

JEL Classification: O13; Q16

(责任编辑：马太超)