

新质生产力视域下农机装备科技创新:逻辑 理路、现实困境与推进策略

姚科艳¹,刘传俊²,薛洲^{3*}



(1.南京农业大学人文与社会发展学院,江苏南京210095;

2.南京农业大学马克思主义学院,江苏南京210095;

3.南京林业大学经济管理学院,江苏南京210037)

摘要 农机装备是农业生产中的重要工具,其科技属性强弱是辨别新质生产力和传统生产力的显著标志。在厘清农机装备科技创新助力农业新质生产力形成逻辑的基础上,分析我国农机装备科技创新现状及面临的问题与挑战,并提出新质生产力视域下农机装备科技创新的推进策略。研究表明,农机装备科技创新有助于促进生产要素的品质提升与优化配置,还能推动生产力与生产关系辩证统一,为农业新质生产力形成提供强大动能。新世纪以来,我国农机装备创新水平不断提升,但与世界农机巨头差距明显。究其原因,主要归因于市场机制不健全以及机制体制障碍等方面的问题。因此,应从厘清农机装备短板弱项、深化机制体制改革、夯实农机企业创新主体地位、提升政策精准性和深入推动数实融合等方面入手,因地制宜推动农机装备科技创新,加快形成农业新质生产力。

关键词 农业新质生产力;农机装备;科技创新;智慧农业

中图分类号:F32 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2024)06-0061-13

DOI编码:10.13300/j.cnki.hnwxb.2024.06.006

党的十八大以来,习近平总书记立足于世情、国情和农情的新变化,提出了“藏粮于地、藏粮于技”战略。在落实“两藏”战略的过程中,除了要抓好种子和耕地两个要害,还需要高度重视农机装备的支撑作用。党的二十大立足全面建设社会主义现代化国家的历史使命,作出加快建设农业强国的战略部署,明确提出要“强化农业科技和装备支撑”。可见,无论是保护国家粮食安全还是到加快建设农业强国的最新决策部署,农机装备的重要性都贯穿始终。近些年,虽然我国农机装备在品类、质量上都实现不同程度的突破,但对标加快建设农业强国战略需要,依然存在“无机可用”和“无好机用”的产业困境,尚不能很好的满足农业生产中的实际需求,仍需要持续推进农机装备科技创新。党的二十大以来,习近平总书记从新的实际出发,提出要“整合科技创新资源,引领发展战略性新兴产业和未来产业,加快形成新质生产力”。农机装备制造行业作为国民经济中的传统行业,在发展过程中是否也需要遵循以上逻辑?2024年,习近平总书记在考察山东时给出了明确答案,强调“通过传统产业改造升级,也能发展新质生产力”。因此,在推动农机工业深度转型及高质量发展的过程中,也需要以发展新质生产力为内在要求和重要着力点。

围绕如何形成农业新质生产力,学界立足马克思主义政治经济学和农业产业特性,从理论上进行了系列总结与概括^[1-3]。劳动资料反映了时代的科技及其应用水平,是生产力先进性的主要表现^[4],科技创新所带来的高技术含量生产资料是形成农业新质生产力的重要物质基础^[5]。生产工具是劳动资料的重要组成部分,生产工具的科技属性强弱是辨别新质生产力和传统生产力的显著标志^[6],也是

收稿日期:2024-08-16

基金项目:国家自然科学青年基金“农机补贴政策对农机企业创新的溢出效应及政策优化研究—基于购置补贴与作业补贴的比较”(72203093)。

*为通讯作者。

推动新质生产力形成的动力源泉。农机装备是现代农业发展中的基础物质支撑,在推进乡村全面振兴和加快建设农业强国的过程中,需要不断推进农机装备高水平科技创新,为加快形成农业新质生产力作出贡献。

如何推动农机装备创新发展是学界关心的热点问题。我国农机行业大而不强,农机企业创新能力不足是制约农业现代化发展进程的重要因素^[7-10]。不同学者从不同视角提出了推动农机装备科技创新的可行路径,认为需要加快解决当前农机与农田、农艺和育种不匹配的现实难题^[11],破解“一大一小”农机装备卡点难点^[12],从创新平台建设、配套政策创新、产业集群发展、人才队伍培育等方面共同发力,助推智能农机装备产业化、绿色化、高端化发展^[13]。同时,也有研究认为农机企业的创新行为受到农机购置补贴政策的影响,农机购置补贴政策在客观上形成了产业政策的效果^[14-15],需要进一步优化补贴方式,实施“优机优补”的差异化定额补贴^[16]。

已有研究虽然强调农机装备在推动农业新质生产力形成中的重要作用,但是鲜有研究从生产资料科技创新的视角来讨论如何助力农业新质生产力形成。立足农业强国建设的时代新征程,本文在厘清农机装备创新助力农业新质生产力形成逻辑的基础上,深入探讨农机企业在推动农机装备科技创新中面临的现实挑战,明晰促进我国农机装备科技创新的推进策略,对于丰富农业新质生产力的内涵外延、加快建设农业强国具有积极的理论与现实意义。

一、新质生产力视域下农机装备科技创新的逻辑理路

新质生产力是以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵,以全要素生产率大幅提升为核心标志,特点是创新,关键在质优,本质是先进生产力^[17]。在加快形成农业新质生产力的视域下,必须紧抓科技创新这个关键变量,加强原创性、颠覆性科技创新,加快实现农机工业科技自立自强。本文将从现实层面阐释推动农机装备科技创新的重大意义,从理论层面阐释农机装备科技创新在促进农业新质生产力形成中的关键作用。

1. 新质生产力视域下推进农机装备科技创新的现实逻辑

高质高效绿色智能农机装备是现代农业发展的基础支撑,也是生产力提升的重要物质载体。因此,高水平推进农机装备科技创新既是加快建设农业强国的现实需要,也是形成农业新质生产力的重要推动力。

(1)农机行业经过深层次变革也能发展农业新质生产力。当前我国要发展新质生产力,尽管战略性新兴产业和未来产业也是需要加紧部署的战略任务,但首要的重点任务还应放在改造现有传统产业上,加快推动传统产业智改数转网联^[18]。农机装备制造虽是传统行业,但及时的推动数实融合,对农机装备实施数字化、网络化、智能化改造,可以推动农机装备制造向未来制造产业发展。现有农机装备以传统柴油动力为基础,开发电动、氢能源等清洁能源动力系统,积极推动新能源技术与农机装备的有机结合,有助于向战略性新兴产业转型。农机装备行业智能化、绿色化发展将引致农业生产要素构成与发展路径改变,深刻改写生产函数,能够催生出强大的农业新质生产力。

(2)农机装备是农业新质生产力形成的基础支撑。习近平总书记强调“要以发展现代化大农业为主攻方向,加快建设现代农业大基地、大企业、大产业,率先实现农业物质装备现代化、科技现代化、经营管理现代化、农业信息化、资源利用可持续化”^[19]。随着新一轮科技革命和产业变革向纵深阶段推进,新技术将进一步向农业部门渗透,从根本上改变农业的技术基础、组织模式和产业形态,推动农业向数字化、智能化和无人化阶段演进。因为智能技术本身并不能从事农业生产,农业生产的智能化需要附着于机械化的基础之上,无论是数字化还是智能化,都需要农机装备作为基础物质支撑。农业物质装备的现代化是推动实现农业现代化的前提基础条件,也是农业新质生产力形成的必备要素。

(3)推进农机装备科技创新是形成农业新质生产力的题中应有之义。新质生产力与传统生产力具有显著区别,是生产力由量向质的嬗变。农业新质生产力不再以要素叠加投入与生态环境破坏为

基础,而是以科技创新发挥主导作用。在推进农业科技创新的过程中,习近平总书记强调要“以产业急需为导向,聚焦底盘技术、核心种源、关键农机装备等领域”。可见,农机装备科技创新是现阶段我国农业科技创新的重中之重。农机装备是农业生产中的重要劳动工具,现代农业发展需要稳定性强、科技含量高的农机装备来提升竞争力。以上目标的实现需要加快农机装备科技创新,以关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术为突破口,夯实农业发展的物质要素基础,为农业新质生产力发展奠定动能基础。

2. 农机装备科技创新促进农业新质生产力形成的理论逻辑

马克思强调“劳动生产力是由多种情况决定的,其中包括科学的发展水平和它在工艺上应用的程度。”^[20]农机装备是农业生产中的重要工具,农机装备科技创新水平的提升将进一步赋予农机装备“高科技、高效能、高质量”的特征属性,有助于农业经营主体提高生产经营能力、促进农业生产资料革新及优化配置和拓展农业劳动对象,也能够促进生产力与生产关系的辩证统一,为形成农业新质生产力提供基础和保障。

(1)农机装备科技创新促进农业经营主体生产经营能力的提升。高素质农业经营主体是形成农业新质生产力的关键,是将先进技术运用到农业生产中的高素质应用型人才^[3],无疑对农业经营主体提出更高要求。但随着农机装备的普及应用,机械实现对人力的广泛替代,我国农业生产已从以畜力为主过渡到以机械为主的新阶段。在此过程中,农业经营主体从事农业生产的经营能力也逐步提升,经营面积从几十亩向几百亩跃升,增强了农业经营主体改造自然的能力。随着农机装备向智能阶段演进,将进一步拓展农业经营主体从事农业生产的能力,削弱自然条件对农业生产活动的限制,极大的拓展农业生产空间,为农业经营主体推动农业新质生产力形成提供了坚实的物质条件。与此同时,高效绿色智能农机装备的应用将催生大量掌握新知识、新技术、新技能的劳动者,吸引更多新的农人从事农业,为形成农业新质生产力奠定了“人力”基础。

(2)农机装备科技创新推动农业生产资料的革新及优化配置。各种经济时代的区别,不在于生产什么,而在于怎样生产,用什么劳动资料生产^[20]。农机装备科技创新将为农机装备的升级提供强大科技支撑,农机装备将向“数字化、智能化、精准化、绿色化”的方向演进。农机装备质量的提升有助于农机作业质量的同步提升,能够更好的保障粮食和重要农产品的供给。在技术创新加速演进的背景下,人工智能、物联网等前沿技术使得嵌入式传感器、算力、云服务器等新型劳动资料不断涌现^[21],新型生产资料与农机装备的融合将推动高效绿色智能农机装备技术变革向纵深阶段演进,催生出更多的新型农机装备。同时,农机装备科技创新并不是孤立存在,在研发过程中涉及到多学科的协同创新,需要良机与良田、良种、良法和良制的协同匹配。如地形地貌、农作物种类特性限制了农机装备的使用。在南方丘陵山区半数的耕地上,农机难以进行作业,丘陵山区小型农机装备的研发离不开宜机化改造^[22];当前作物育种并未与农机装备研发统筹推进,有些果蔬产品的熟期不一致,导致难以机械化采摘,良种不宜机也难以切实转化为生产力。高质量农机装备的应用也会带来农业生产要素的优化配置与合理化投入,要素投入与产出之间的关系更加合理,如植保无人机能够有效降低农药的投入量。因此,农机装备科技创新将有助于生产资料的质量提升以及要素之间的优化配置,强化农机与各类要素之间的协同匹配,有助于新质生产力的形成。

(3)农机装备科技创新拓展农业劳动对象。农机装备科技创新能力的提升除了能实现“有好机用”,也能够破除“无机可用”的现实困境,进一步补齐农业生产中的装备短板,将有效拓宽农业劳动对象的种类。一方面是随着丘陵山区的小型农机装备的不断研发以及宜机化改造的不断推进,农机与农地的匹配性不断提升,另一方面随着农机与农艺的不断融合,适用于园艺作物生产的农机装备不断出现,我国的农机化将迈入全程全面的发展阶段,不断拓展农机装备的应用场景,更多的地区和行业可以通过使用农机装备来推动生产力水平的提升。更为重要的是,科技创新引领的数字化、科技化、智能化等生产技术使得劳动对象在生产边界上得到了极大的扩展^[21]。例如,配置传感器的农机装备能够提供作业轨迹及作业质量监测数据,无人机通过搭载先进的计算机视觉和光学技术可以对

农作物苗情遥感监测,能够为农户提供农作物生长情况的详细实时信息。因此,信息、数据等要素也逐渐成为新的农业劳动对象,进一步拓展了农业劳动对象的形态。

(4)数字技术赋能农机装备科技创新推动产业深度转型。新质生产力的形成,数字技术是重要推动因素^[23]。在改造传统动能上,迫切需要以数字技术推进实体经济发展,尤其是推动制造业智能化提升制造业的全要素生产率、产业链的水平和韧性,促进智慧农业创新发展^[24]。因此,农机装备的科技创新需要借助数字技术的赋能。一是促进农机装备与数字技术的深度融合。对农机装备生产、加工、流通和服务等全链条的数字化改造,实现农机产业链整体转型提升,夯实农业企业数字化发展能力。同时,提高农机装备数字化水平,实现对农机作业轨迹及作业质量进行监测。通过推动农机作业大数据应用,构建全国农业机械化指挥调度平台,监测全国机械化生产情况,实现农机装备的精准指挥调度,助力农业生产力水平提升与生产方式变革。二是瞄准高端、智能和绿色的发展方向,加强人工智能、大数据、物联网、工业互联网等数字技术的深度应用,加快研发以数智技术应用为基础、具有高科技属性的新型农机装备,推动农机装备制造行业创造性转型。通过创造性破坏,以颠覆性技术和前沿技术催生智能控制、智能传感、农业机器人等新型产业和未来产业。通过新旧产业的协同发展,为农业新质生产力的形成发挥载体作用。

(5)农机装备科技创新促进生产力与生产关系的辩证统一。生产力的质变本质上在于通过生产要素本身及其组合的变化能够带来生产方式(劳动方式)的根本改变,能够推动形成新的生产关系和生活方式^[25]。随着生产力的不断提升,推动了农业生产的分工与专业化,促进了新型生产关系的形成。马克思和恩格斯提出“任何新的生产力,只要它不是迄今已知的生产力单纯的量的扩大,都会引起分工的进一步发展”^[26]。随着农机装备的推广与应用,极大的推动了生产力水平的提升,同时也催生了农业社会化服务组织不断涌现。在农户经营规模或土地规模不变的条件下,通过外包服务的形式交由不同的生产者提供服务,从而实现环节或阶段田间作业的规模经济^[27],实现了农业经营服务主体利用农机装备按照专业科学的方式种地,实现了各种现代农业生产要素集聚和配置,极大地解放和发展了农业生产力,属于生产关系改革创新。随着农机装备科技创新水平的提升,劳动者、劳动资料和劳动对象三因素也会相应发生新的质变,促进农业生产力“质”的飞跃。如无人农机装备的广泛应用将进一步弱化了劳动者和劳动行为的同一性,诱致农业生产社会化分工更加精细,带来劳动关系的深层次变革,推动生产力与生产关系的辩证统一,为农业新质生产力的形成提供强大动能。

在劳动资料本身中,机械性的劳动资料(其总和可称为生产的骨骼系统和肌肉系统)远比只是充当劳动对象的容器的劳动资料(如管、桶、篮、罐等,其总和一般可称为生产的脉管系统)更能显示一个社会生产时代的具有决定意义的特征^[20]。通过高水平的农机装备科技创新以及数字技术的赋能,促进农业生产要素的品质提升与组合优化,不仅催生了新的产品、新的要素技术结合方式和新的生产关系,还能推动农机工业创造性转型,从而摆脱传统经济增长方式和生产力发展路径,提高农业全要素生产率,形成农业新质生产力。

二、我国农机装备科技创新的现实基础与国际比较

虽然我国农机工业起步较晚,但经过近些年的发展,农机装备的研发制造能力逐步提升,为我国农业发展提供了基础保障。本文分别从创新投入和产出两个视角来分析我国农机工业的总体创新现状,进而关注拖拉机和无人机等重点行业的创新水平,最后剖析国内主要农机企业的创新现状,并与国际农机巨头之间进行比较。

1. 农机装备创新的总体发展现状及趋势

近20年来,国家知识产权局共授予与农机装备研发制造相关的专利56856件。专利数量从2004年的462件上升至2023年的4694件,年均增长13.75%(如图1所示)。但近三年来,专利获批量呈现出明显的下降趋势。从专利类型来看,实用新型专利占专利授权总量的78.01%,而外观设计专利获批量最少,占比只有7.96%。对于国内的多数农机装备制造企业而言,主要是通过二次创新或者对引

进的产品或工艺进行改进,更多是表现为已有技术基于国情农情进行适应性改装。因此,以实用新型专利为主的专利结构基本符合我国农机装备科技创新的现实情况。

相比于实用新型和外观设计专利,发明专利更加能够刻画企业高水平的创新行为。2004年,被授权的发明专利数量是31件,而2023年共有1151件发明专利被授权。在此期间,发明专利占全年专利获批总量的6.71%进一步上升至24.52%。无论是从专利获批数量还是获批质量的角度来看,我国农机行业的科技创新能力都在不断提升。

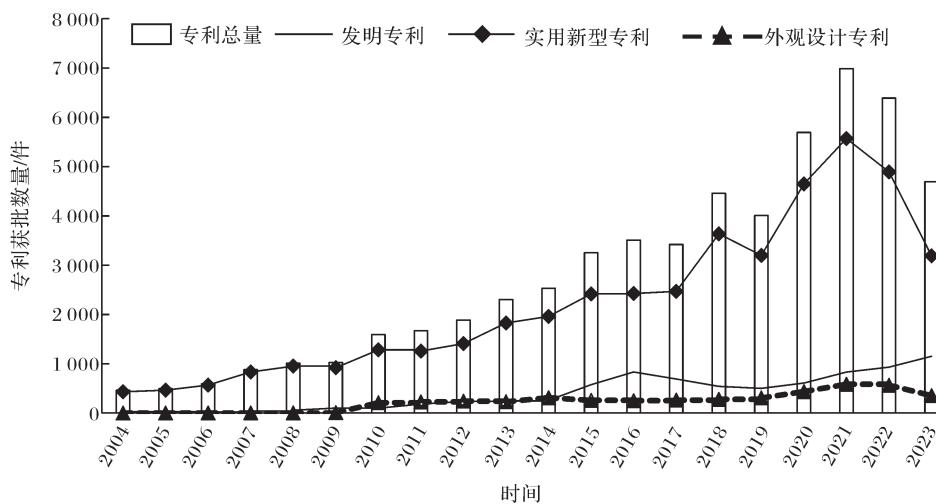


图1 我国与农业机械研发制造相关的专利获批数量

进一步,本文梳理了2004—2023年间,与农机装备研发制造相关专利获批最多的法人主体。在授权量排名前十的主体中,有7家是国内的高校和科研院所,其中只有第一拖拉机、雷沃重工、福田雷沃国际重工等3家企业,一定程度上反应出我国农机企业研发能力不强的现实,现阶段农机装备的创新研发主要是以科研院所和涉农高校为主。专利授权量前十的主体共获得专利4474件,占总专利数的7.88%,但发明专利的占比却达到18.59%(如表1所示)。其中,两家农机制造企业的发明专利的获批量较少,只占前十排名总量的6.34%,也说明了我国头部农机装备制造企业的研发创新能力相对薄弱。

表1 专利授权量前十名的法人主体

排序	申请人	专利总量	发明	实用新型	外观设计	件
1	中国农业大学	848	444	392	12	
2	农业农村部南京农业机械化研究所	705	229	476	0	
3	东北农业大学	603	254	349	0	
4	第一拖拉机股份有限公司	600	58	420	122	
5	雷沃重工股份有限公司	394	26	262	106	
6	昆明理工大学	342	110	229	3	
7	西北农林科技大学	324	55	263	6	
8	吉林大学	228	147	81	0	
9	福田雷沃国际重工股份有限公司	216	10	98	108	
10	江苏大学	214	150	64	0	

2. 重点行业农机装备创新发展现状

拖拉机是农业生产中使用最为广泛的农机装备,而无人机是近些年科技含量高且保有量快速上升的农机新装备。因此,本文进一步选取以上两个农机细分行业的创新现状进行分析。

在样本期内,与拖拉机研发制造相关的专利数量总体呈现波动式上升趋势,专利授权量从2004年的319件上升至2023年的1421件(如图2所示)。期间,国家知识产权局在拖拉机研发制造领域共授权21657件专利,其中,发明专利、实用新型专利和外观设计专利的占比分别为12.63%、74.89%和

12.48%。在获批专利结构中,实用新型专利占据绝对主要地位,由2004年的300件上升至2022年的915件。相对来说,在拖拉机这一细分行业中,发明专利授权的占比略低于整个农机行业中发明专利的占比。同时,在行业专利获批前十名的法人主体中,农机装备制造企业占据绝对主要的位置。其中,一拖、雷沃重工股份有限公司和福田雷沃国际重工股份有限公司分别位列前三名,而作为外资企业的久保田为全国第9名。在发明专利的授权上,中国农业大学、第一拖拉机股份有限公司和久保田位列前三名。

近年来,我国拖拉机制造企业在全力攻克“卡脖子”技术的同时,也在积极探索绿色化、智能化发展路径。在新能源农机发展方面,多数国内农机企业尚处于研发、熟化阶段。2023年,中国一拖推出了自主研发的首款220马力混合动力拖拉机。同年,中联重科推出CA504ET纯电动拖拉机,该款产品也是我国首款进入应用阶段的新能源农机,在节能、环保、经济性等方面具有明显优势。在拖拉机智能化改造方面,国内农机制造企业早已布局并取得了积极成效。依托物联网、人工智能和5G等新一代信息技术,在传统农机装备上安装无人驾驶、智能控制和智能网联等系统,能够实现拖拉机的远程控制和全程自动化作业。在各省智慧农场、无人农场项目的试点中,基于北斗卫星导航定位的无人拖拉机等智慧农机装备被广泛运用,全智能的作业模式能够有效降低农机作业的复杂程度,提高作业效率与质量。

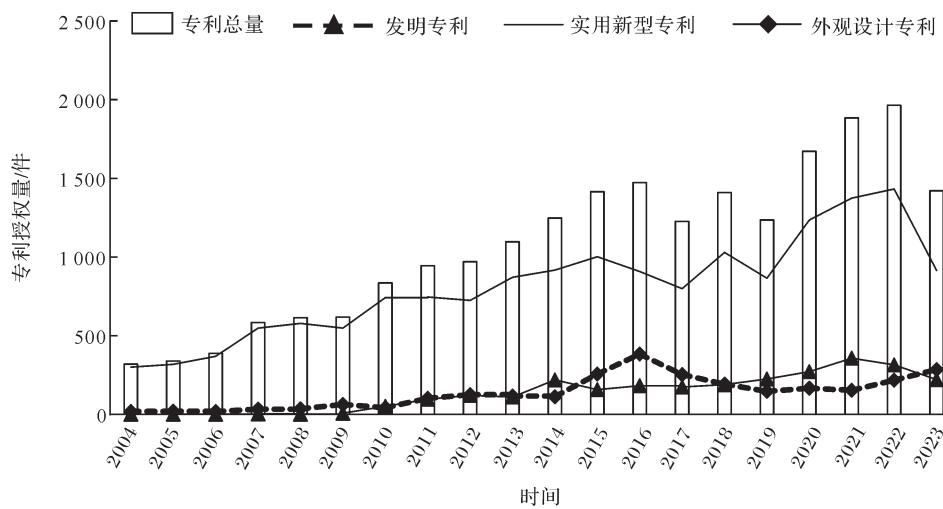


图2 2004—2023年拖拉机的专利授权量

农用无人机是近些年最具代表性的新农机装备。2004—2023年间,行业共获批专利4653件,其中发明专利733件,占获批总专利数的15.75%(如图3所示)。农业无人机的研发于近些年兴起,在2012年后呈现快速上升趋势,2021年获批专利的数量达到1006件。在2018年之前,专利获批类型主要以实用新型专利为主,而发明专利相对较少,2019年后,发明专利的数量开始快速上升,2023年达到209件。可见,在农用无人机这一细分行业,我国的研发制造能力正在快速提升。在农用无人机专利前十名的企业中,广州极飞和深圳大疆两家公司占据领先地位。从专利的分布省份来看,广东、江苏和山东占据前三强,占据全国农用无人机专利数的35.05%。

农用无人机凭借其高效、精准、灵活的作业方式,极大的推动了化肥、农药减量化发展。但农用无人机的作用不仅限于植保作业,以大疆为代表的无人机制造企业尝试无人机和多光谱技术相结合,能够通过无人机快速扫描农田,实时监测农作物长势、病虫害分布等信息。以上技术将改变在地块中安装各类传感器等传统农业生产信息监测方式,能够更加简便的为农业经营主体提供作物生长信息,因地制宜的精准指导农户进行施肥、洒药作业,实现农业生产的精细化管理。

3. 农机装备科技创新的国际比较

在分析我国农机行业和重点行业的创新现状后,本文进一步对标世界农业强国主要农机装备制造企业的创新现状,进而明晰我国主要农机企业的科研能力。由于约翰迪尔、凯斯纽荷兰和久保田

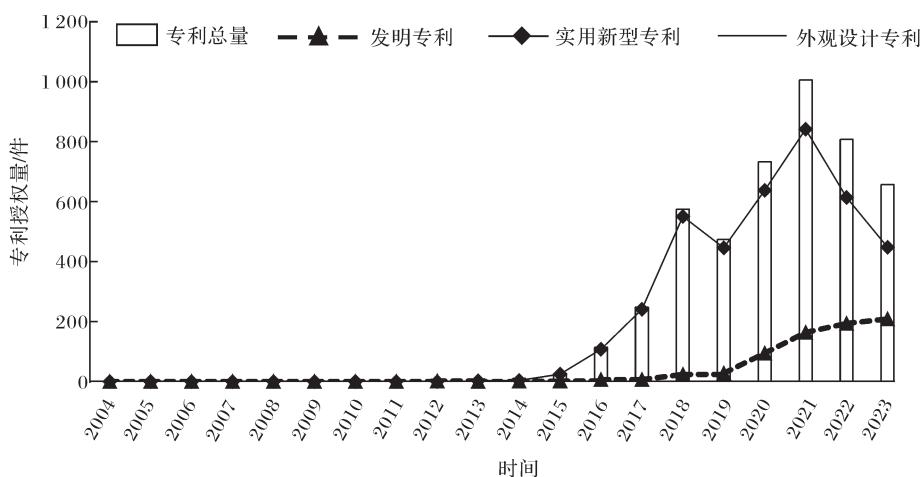


图3 2004—2023年农用无人机的专利授权量

等国际农机巨头较少在国内申请专利,从创新产出的视角难以对农机企业的创新情况进行横向对比,因此,我们选择从创新投入的视角将国内前三大农机装备制造企业和世界前三大农机装备制造企业的创新情况进行比较。

从总体来看,我国农机装备制造企业的研发投入总体呈现递增趋势,这与前文专利数据的分析结果类似,说明了我国农机工业的创新能力正在不断提升。从研发投入金额的视角来看,三家国外农机企业的研发投入资金都远高于我国农机企业在创新方面的投入,这也是我国农机装备科技创新能力不强的重要原因之一。2019—2023年间,约翰迪尔的年均研发投入为128.32亿元^①,凯斯为57.36亿元,久保田为36.46亿元(如表2所示)。而同期,一拖、雷沃和沃得三家企业的研发投入分别为4.20、4.76和3.29亿元。当然,研发投入金额会受到企业规模的直接影响,本文进一步从研发投入占营业收入的比重来进行比较。可以发现,三家国内企业的研发投入比并不低于外国农机企业,可以说明我国农机企业进行研发的动力并不弱于国外头部农机企业。但是由于企业本身体量的巨大悬殊,导致二者在研发投入金额方面也存在较大差距。

表2 主要农机装备制造企业的研发投入及占比

年份	约翰迪尔		凯斯纽荷兰		久保田		一拖		雷沃		沃得	
	金额	占比/%	金额	占比/%	金额	占比/%	金额	占比/%	金额	占比/%	金额	占比/%
2019	17.83	4.54	10.30	3.67	531	2.77	3.57	6.12	3.93	3.61	1.92	4.15
2020	16.44	5.26	4.93	3.34	553	2.98	3.39	4.47	3.25	2.73	2.99	4.29
2021	15.87	3.99	6.42	3.29	653	2.97	4.15	4.45	4.21	2.80	4.04	4.06
2022	19.12	3.99	8.66	3.68	883	3.31	5.29	4.21	5.81	3.89	4.2	3.75
2023	21.77	3.92	10.41	4.22	1001	3.31	4.61	4.00	6.60	4.50	/	/
均值	18.21	4.34	8.14	3.64	724.2	3.07	4.20	4.65	4.76	3.51	3.29	4.06

注:数据来自上市公司财报或者是企业的招股说明书。约翰迪尔和凯斯纽荷兰研发投入的单位是亿美金,久保田研发投入的单位是亿日元,一拖、雷沃和沃得研发投入的单位是亿元;/代表该年的数据缺失。

智能农机装备是伴随着新一代技术革命,以及现代农业发展需要而逐步发展起来的,是我国未来农机产业发展的重要方向之一。作为智慧农业的重要支撑,智能农机装备创新与发展成为发达国家抢占农业科技制高点的重要领域。美国、德国、英国、日本等国家在农业生产作业主要环节,已经或正在实现“机器换人”或“无人作业”^[13]。约翰迪尔、凯斯纽荷兰、久保田等企业纷纷布局智能发展赛道,未来重点聚焦在自动化、无人驾驶以及绿色动力能源等重点领域,并成功推出各自的智慧农业和精准农业技术的解决方案,如约翰迪尔的AMS系统、纽荷兰的PLM系统等。近年来,国内基于北斗卫星的自动驾驶系统也开始大规模商用,中国一拖于2016年发布了首台无人驾驶拖拉机,今年又推

① 根据当年的平均汇率进行换算,下同。

出新一代智能拖拉机—东方红智能拖拉机 2.0, 拥有智能掉头、自动耕深保持、定速巡航、精准计亩、后视影像监控等功能, 但相关技术成熟度稍滞后于外资农机企业。

三、推动农机装备科技创新面临的困难挑战

我国农机装备科技的总体创新能力虽然在不断增强, 但是与世界领先的农机装备制造企业相比, 我国仍有一定差距。基于此, 本文将进一步从市场和机制体制两个层面来剖析农机装备制造企业在创新中面临的障碍因素。

1. 农机装备科技创新面临的市场制约因素

(1) 有效市场需求不足, 难以激励农机企业研发创新。我国幅员辽阔, 不同地区的地形地貌不同, 各地的优势特色农产品品类也不尽相同, 因此, 我国农业发展需要的农机装备种类较多。适用于主要粮食作物生产的农机装备相对较为全面和成熟, 但丘陵山区和经济类作物的机械化水平相对较低, 面临“无机可用”的情形。以适用于丘陵山区的小型农机装备为例, 对于农机企业而言生产小型农机装备的技术难度并不高, 企业不愿研发投入的一个重要原因在于小型农机装备的需求较小。在既定的研发成本下, 需求越少意味着相应装备上市后的产品价格会较高。现实中, 多数农业生产经营主体在购机时面临着流动性约束的问题^[28], 同时由于农户获取信贷的难度较大^[29], 多数农户难以负担价格较高的农机装备。因此, 有效市场需求不足是制约农机企业开展先进适用农机装备研发的因素之一。

(2) 市场竞争无序, 不利于农机企业持续创新。由于农机行业进入壁垒较低, 市场上存在着大量的小微企业, 其中以拖拉机制造行业最为明显, 仅山东潍坊就集聚了 200 家左右的拖拉机制造企业。多数中小企业以购买零部件进行整机组装为主, 缺乏核心技术的研发能力。由于企业缺少研发创新的能力, 难以通过技术创新的方式来降低生产成本, 更多是采取降低产品质量的方式来压缩生产成本, 以降质降价的形式参加市场竞争, 形成低价低品质竞争的恶性循环, 最终形成劣币驱逐良币的产业困局。同时, 农机购置补贴政策的实施也对农机企业的创新产生了负面影响, 扭曲了市场竞争机制, 如定额补贴制度引发了之前的“大马拉小车”事件^[15]。

(3) 知识产权保护程度不高, 弱化农机企业研发创新动力。农机行业内部价格竞争激烈, 对于多数农机装备制造企业而言, 其研发创新能力不强, 多以结构设计模仿为主, 具有较强的模仿创新能力。部分农机企业在推出新产品后, 市场上很快会出现售价较低的仿制品, 行业内的知识产权保护力度不高, 行业同质化竞争和仿制贴牌问题突出。对于研发新产品的农机企业而言, 展开维权的成本高、时间周期长。创新的正外部性导致进行创新的农机企业的私人收益受损, 进一步弱化了农机企业持续开展科技创新的动力。农机企业陷入“不创新被市场淘汰、创新被市场模仿”的困境。

2. 农机装备科技创新面临的机制体制障碍

(1) 农机企业创新主体地位不突出。我国农机行业的市场结构呈现“小、散、乱”的特征^[7], 多以中小企业为主。2023 年, 我国农机行业主营业务收入最高的企业是潍柴雷沃, 为 146.9 亿元, 而美国约翰迪尔的总营收为 612.21 亿美金, 约等于我国农机行业所有企业的销售额。较为分散的市场结构, 与农机企业研发难度大、投入高的现实需求不匹配。由于我国农机工业的起步较晚, 农机企业的技术积累不够, 农机企业创新基础不强, 难以独立开展农机科技创新。同时, 在国家农机装备科技创新决策中, 农机企业的参与度不高, 话语权相对较弱。

(2) 农机科研管理机制体制不畅。2023 年的新一轮机构改革, 科技部涉农科研管理职能已划转至农业农村部, 但是地方的改革进程相对滞后, 目前仅北京、广西、陕西等少数省份完成了职能划转, 导致尚未完成机构改革的省份无法向农业农村部推荐科研项目, 导致部分地区的农机科研立项工作陷入停摆。部分省份率先出台农机装备补短板行动, 各省多聚焦于省内的高校、科研院所和企业开展研发, 存在不同省份之间围绕同一共性技术进行重复研发的现象, 存在省际之间的科研资源分散、协作不力等问题。部分地区在设定农机装备研发项目时, 存在以追求理论、学术热点及学术价值的

现象,而并未考虑农业生产中各类农业经营主体的实际用机需求,科研立项与产业实际需求之间缺乏有效的连接机制,导致许多科研成果没有得到有效转化,而产业发展中的关键问题也没有得到及时解决。科研项目的考核和评价过于注重专利申请、论文发表和成果获奖等内容,但是对于成果转化水平、产品市场占有率等推广应用指标却关注较少,导致多数研发成果仅仅停留在样机阶段,成果转化率不高。

(3)产学研协同创新机制不健全。各省建立了多种形式的农业装备协同创新研发中心,但是缺少跨领域、大协作、高水平的协同创新平台与基地。科研院所和农机企业在创新上的目标定位和激励准则均不相同,对于多数农机企业而言,其创新投入强度不大,联合高校院所开展协同创新的主动性不够。农业装备制造企业、高校院所、推广机构及应用主体等缺乏紧密的合作机制,合作形式也较为单一。发明专利、科技成果等作为学科评估、职称评定的重要支撑材料,很难转让给农机企业,缺少知识产权共享的激励相容机制,农机企业与科研院所之间缺少紧密的创新利益共享机制。推动产学研合作的激励机制不强,产学研合作成果在研究人员职称评定中的地位有待提升,产学研合作所创造的经济社会效益在职称评定中仅起到锦上添花的作用,一定程度上弱化了高校与科研院所参与产学研合作的积极性,产学研协同发展的长效机制尚未形成。

(4)政策支持农机企业创新的力度不强。在现有的支持政策中,并没有专门针对农机研发特性而设计的支持政策。针对农机需求端的购置补贴政策有效激励了农户购机,为农机企业创新研发提供了广阔的市场需求,但定额补贴、补贴传统农机装备等政策设计却对农机企业创新产生了抑制作用^[15]。工信、科技、农业农村等部门均有涉及到农机研发的专项资金,项目支持门类较多,资源统筹协调不够,存在重复立项、多头支持等问题,难以实现高效协同。更为重要的是各部门的资金支持力度不大,与农机研发较大的资金需求相比,存有较大的差距。例如,2023年国家重点研发计划粮食制繁种装备研发项目共投入2000万元资金,需研发15种机具,单个机具支持经费不足200万元,以上支持力度对农机装备的研发而言相对较少,难以起到激励农机企业研发创新的作用。

四、新质生产力视域下农机装备科技创新的推进策略

推进新质生产力的形成,根本上取决于科技创新。在发展农业新质生产力的背景下,必须从根本上改变农机企业创新动力弱、产学研协同创新机制薄弱、市场机制不能有效发挥资源配置作用的局面。为此,提升农机装备科技创新,要坚持发挥有效市场和有为政府的作用,因地制宜推动农机产业链“补链、延链、稳链和强链”,为农业新质生产力形成提供坚实物质保障。

1. 坚持因地制宜,统筹资源深化协同创新

我国农业机械化发展面临着区域和产业发展不平衡不充分问题,因此,在推进农机装备科技创新的过程中,需要遵循“因地制宜、因业制宜”的原则,深化协同创新。由于各地的农业产业结构、地形地貌不同,导致不同地区在农机装备研发上所面临重点和难点也不相同。各地应结合区域内的实际情况,充分考虑现有产业基础和农机科技资源禀赋,有选择的开展农机装备科技创新,避免无序竞争和开展同质、重复的低水平科技创新。针对不同类型的农机装备研发而言,加强跨学科交流研发,以提高机械作业适应性为重点,构建农机与农艺的联合研发机制,积极拓展多元化的技术路线和突破路径。针对具有区域共性需求的农机装备研发需要充分发挥不同地区的比较优势,推进协同合作,如东北、西北、黄淮海等地区应更多聚焦规模化经营所需要的大型、复式、智能农机装备,丘陵山区需要顺应小规模农业生产的现实需要,研发小型化、轻量化、便捷化的装备技术。

2. 厘清短板弱项,出台农机装备科技创新行动方案

国家层面需要尽快出台农机装备科技创新行动方案,国家级行动方案应侧重于具有共性需求的农机装备,而各省应在国家总体行动方案的基础上,聚焦地方特色农业发展所需和区域适用性强的农机装备。对于部分涉及多省需求的农机装备,应由相关省份之间协商确定,防止各自为战的情形出现。同时,国家级行动方案应与“十五五”农业农村科技发展、“十五五”全国农业机械化发展等规

划做好衔接。科技行动方案的制定要把握农机装备存在“短板”和“弱项”两个关键,围绕农业规模化、智能化、绿色化的发展需求,厘清农机装备短板弱项需求清单,明确农机科技创新领域的重点方向,以需求清单指导开展农机领域基础性、前沿性、公益性的科技研究。依据“从无到有”、“从有到好”、“从好到强”的技术演进路径,针对不同类型的农机装备研发探索分类推进机制,具体如下:一是加强关键共性技术、核心技术和系统集成技术攻关,降低产业链安全风险,取得一批具有重大应用价值和自主知识产权的突破性科技成果,突破农机装备“卡脖子”约束,缓解“无好机用”的困境;二是围绕大食物观发展的需要,坚持分区域、分产业、分品种、分环节的基本原则,对农业特色主导产业所需短板农机装备开展攻关研究,破解“无机可用”的难题;三是在完善基础研究的基础上,还需要开展高效绿色智慧农机、农业机器人等前沿农机装备的研发攻关,积极布局符合未来农机产业发展方向以及农业新质生产力发展需要的技术创新。

3. 深化机制体制改革,构建梯度合理、适度竞争的农机科技创新体系

生产关系必须与生产力发展要求相适应,需要进一步全面深化改革,形成与农业新质生产力相适应的新型生产关系。针对农机装备科技创新而言,需要对农机装备科技创新的机制体制进行改革。中央农业科研院所、农业高校等国家队着重加强农机基础研究和前沿技术、关键技术、重大共性技术研究,以及从0到1的基础性原创性科技工作。省级农业科研院校着重围绕区域农业特色优势产业发展,开展区域性产业关键技术和共性技术研究,有优势和特色的应用基础与高新技术研究。强化国家级农机研发创新主体与区域科技力量展开互动与互补,构建梯度合理的农机科技创新体系。立足现有农机工业发展基础,围绕不同产业发展的现实需求及长远需要,布局建设一批农机领域的重点实验室、装备创新中心、技术研究中心、国家农业科技创新联盟等创新平台,集聚优势科技创新资源,有组织推进农机科技创新,进一步提升农机装备原始创新能力。积极引导农机企业参与产学研推一体化的创新路径,构建以农机企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系。通过高校、科研院所与企业联动协作,探索资源共享、科技成果共用的产学研协同创新机制。优化现行科研组织方式,深入实施“揭榜挂帅”和“赛马”制度,深入推动竞争性农机科技攻关。深入开展农业科研机构绩效评价改革和科技成果产权制度改革,推动农业科研机构评价由“唯论文、重奖励”向“崇创新、重转化”转变。不断创新监管方式、提升监管效能,深入推进知识产权全链条保护,营造良好创新生态。

4. 夯实企业科技创新主体地位,打造具有国际影响力的“链主”农机企业

在农机装备重大顶层设计以及相关政策制定等农业科技决策过程中,积极发挥农机企业的重要作用。支持农机企业参与科研项目,引导创新资源更多向优质农机企业集聚。鼓励农机企业加大研发投入强度,开展农业关键技术研发和重大农机装备创制。农机企业的技术创新能力不足,难以推动农机装备制造产业高质量发展,亟需开展产学研协同创新合作。引导农机装备制造企业加快建立科技创新联盟、产业技术研究院等协同创新载体,探索产业同盟共性技术研发组织模式,重点打造一批创新能力高、市场竞争力强的农业科技龙头企业。引导农机企业采取多种形式对上下游产业链进行有效整合,重点培育一批支撑行业发展的领军龙头企业,打造具有国际竞争力的现代农机装备产业集群。在“链主”农机企业的引领下,补齐农机产业链短板,积极推动农机装备制造产业深度转型。根据发展农业新质生产力的需要,“链主”农机企业应积极围绕新兴产业、未来产业建链延链。应鼓励我国农机企业多层次的开拓国际农机装备市场,重点沿着“一带一路”沿线国家,积极推动我国农机企业走出去。支持和鼓励有能力的农机企业强化与重要国际伙伴开展更大范围、更宽领域、更深层次的科技合作,聚焦关键技术联合研发,构建技术互换、人员互通机制。支持和鼓励有能力的农机企业并购国外优质农机企业,挖掘利用国际农机装备市场,增强国际合作实力,推动农业装备制造产业转型发展,提升农机装备制造企业的综合国际竞争力。

5. 提升政策精准性,构建多元化的农机创新支持政策体系

在支持农机装备科技创新方面,积极利用税收优惠、研发补贴、政府采购、财政金融等多元政策

工具,制定财政支持农机装备研发资金稳定投入增长机制。在制定与农机装备研发相关项目时,需要充分考虑到农机研发的基本规律与农机企业的现实条件,加大政策的支持力度,适当降低农机企业揭榜挂帅的其它配套条件。在重大科研计划的制定时,需要充分考虑农机未来产业发展的技术需要,适度向智能、电动农机装备等前沿农机的研发倾斜。优化消费端的农机补贴政策,完善农机装备的分档分级指标体系,优化补贴兑付方式,针对高效绿色智能农机装备逐步实现“优机优补”,以此提升农机补贴政策的精准性,激励农机企业创新;简化农机新装备进入补贴目录的制度性障碍,创新农机装备的鉴定流程,实现农机新产品应补尽补,激励农业企业的创新动力。在加强财政扶持的同时,应强化财政与金融政策协同联动,充分发挥财政资金的引导作用,有序引导金融机构加大对农机装备科技创新的支持力度。落实完善首台(套)重大技术装备政策,拓展首台(套)、首批次的概念范围,将更多符合条件的农机装备尤其是智慧、电动农机装备纳入政策范围,更大力度推动创新成果的推广应用。

6. 深化“数实融合”,助推农机企业创新发展

积极把握新一轮技术革命和产业变革机遇,深入推动农机领域“数实融合”,推动农机行业全方位、全链条数字化转型和智能化改造,优化农机产业链结构,推动农机行业创造性转型,构建现代化的农机产业体系,为因地制宜形成农业新质生产力提供产业载体。利用新一代信息技术,拓展新的创新组织模式,以信息流带动技术流、人才流和资金流等创新资源向农机企业汇聚,进一步优化创新要素的配置结构,推动农业企业创新能力提升。同时,随着传感器、人工智能、云计算、大数据等技术在农机装备上的广泛应用,农机装备在作业过程中将产生海量数据,需要加快构建以农机为核心的数字化农业云平台,利用机器学习和大数据分析技术,提升数据集成、分析和处理能力,为形成农业新质生产力提供强大的内生动力。

五、结论与建议

在发展农业新质生产力的视域下,推动农机装备科技创新具有积极的理论与政策意义。本文从提升生产资料科技创新水平的视角出发,深入分析农机装备科技创新在促进农业新质生产力形成中的理论与现实逻辑,明晰我国农机装备创新的现实水平及面临的困难挑战。在此基础上,提出加快推进我国农机装备科技创新的可行策略。研究发现,从理论逻辑来看,农机装备科技创新能够有助于生产要素品质提升与配置优化,推动农机工业的深度转型,进而促进农业新质生产力的形成。在实际中,我国农机装备科技创新与国际先进水平相比仍存有较大差距,创新研发过程中面临着市场和机制体制两方面的制约。

农机科技创新是一个复杂的系统工程,需要从多维视角入手,多渠道激励农机企业科技创新。基于以上结论,本文提出以下政策建议:第一,持续优化公平竞争的市场环境。加强执法监督,不断创新监管方式、提升监管效能,规范经营主体竞争行为。提高知识产权保护工作法治化水平,深入推进知识产权全链条保护。充分发挥市场决定资源配置的一般经济规律,优化购置补贴政策的补贴范围和补贴标准上的制度设定,减少政策抑制市场资源优化配置的作用,最大限度的保护和促进公平竞争。第二,构建主体明确、层次清晰、功能完善、运行顺畅的农业科研体系。分层次遴选研发任务,研发和制造任务原则上由国家行业主管部门在全国范围统一遴选优势企业和科教单位联合承担,重点开展共性技术研发和机具定型产业化,避免出现多头支持、地方保护和低水平重复等问题。在科研项目的考核上,坚持产业化导向的绩效考核,引入农机用户评价机制,强化机具销售数量、国产化率、企业产能和应用面积等产业化指标考核,提升产业成果转化在科研人员职称评定中的作用。第三,构建以企业为主导的高校科研院所协同创新机制。在理顺农业科研体系的基础上,积极推动农机企业与高校院所展开深度合作,探索“产业急需、企业出题、创新联合体答题”的产学研协同创新模式,形成稳定支持产学研合作的制度保障。深化农业科技创新机制体制改革,通过制度创新来满足新质生产力发展的要求,推动创新链、产业链、资金链、人才链的深度融合。第四,构建适宜农机企业

创新的政策支持体系。瞄准农机企业在科技创新中面临的难点痛点,重点围绕研发投入资金不足、研发队伍不强、产业化应用难等方面制定支持政策。加强跨部门协同,综合施策,构建税费减免、研发补贴、金融支持等多元化的农机创新支持政策体系。积极探索多元化的补贴资金支付方式,推动由购置补贴向作业补贴转型试点。

参 考 文 献

- [1] 罗必良,耿鹏鹏.农业新质生产力:理论脉络、基本内核与提升路径[J].农业经济问题,2024(4):13-26.
- [2] 张海鹏,王智晨.农业新质生产力:理论内涵、现实基础及提升路径[J].南京农业大学学报(社会科学版),2024,24(3):28-38.
- [3] 高强,程长明.农业新质生产力与新型生产关系:逻辑思路与改革路径[J].中国农业大学学报(社会科学版),2024,41(4):41-54.
- [4] 刘守英,黄彪.从传统生产力到新质生产力[J].中国人民大学学报,2024(4):16-30.
- [5] 孔祥智,谢东东.农业新质生产力的理论内涵、主要特征与培育路径[J].中国农业大学学报(社会科学版),2024,41(4):29-40.
- [6] 习近平经济思想研究中心.新质生产力的内涵特征和发展重点(深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想)[N].人民日报,2024-03-01(9).
- [7] 周应恒,蒋奇,胡凌啸.我国农机产业存在产能过剩吗?——基于中国农机产业数据的实证分析[J].农业现代化研究,2017,38(5):801-808.
- [8] 刘勤.全球农机装备专利技术信息分析及启示[J].华中农业大学学报(社会科学版),2020(2):153-160.
- [9] 孙凝晖,张玉成,石晶晶.构建我国第三代农机的创新体系[J].中国科学院院刊,2020,35(2):154-165.
- [10] 李书奎,张鲁彬,毛世平.农机装备现代化发展:演进特征、现实阻滞与创新路径[J].农村经济,2024(6):107-118.
- [11] 金文成,王欧,杨梦颖,等.农业强国建设目标下的中国农业机械化发展战略与路径[J].农业经济问题,2023(10):13-21.
- [12] 毛世平,张琛.以发展农业新质生产力推进农业强国建设[J].农业经济问题,2024(4):36-46.
- [13] 赵春江,李瑾,冯献,等.关于我国智能农机装备发展的几点思考[J].农业经济问题,2023(10):4-12.
- [14] 周应恒,张蓬,严斌剑.农机购置补贴政策促进了农机行业的技术创新吗?[J].农林经济管理学报,2016,15(5):489-499.
- [15] 薛洲,耿献辉,曹光乔,等.定额补贴模式能够促进农机装备制造企业创新吗——以拖拉机制造行业为例[J].农业经济问题,2021(2):98-106.
- [16] 薛洲,耿献辉,高强.补贴模式优化与农机装备制造企业高质量发展[J].宏观质量研究,2023,11(5):104-116.
- [17] 习近平.发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点[J].求是,2024(11):4-6.
- [18] 刘志彪,凌永辉,孙瑞东.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[J].农业经济问题,2024(4):47-57.
- [19] 新华社.习近平在黑龙江考察时强调:牢牢把握在国家发展大局中的战略定位 奋力开创黑龙江高质量发展新局面[EB/OL].(2023-09-08).https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202309/content_6903032.htm.
- [20] 马克思.资本论[M].中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,译.北京:人民出版社,2003.
- [21] 梁昊光,黄伟.科技创新驱动新质生产力及其全球效应[J].财贸经济,2024(8):22-32.
- [22] 张宗毅.“十四五”期间丘陵山区农田宜机化改造若干重大问题与举措[J].中国农村经济,2020(11):13-28.
- [23] 周子煜.数字经济赋能新质生产力发展:理论机制、内在机理与政策构想 [J/OL].新疆社会科学,1-10[2024-08-13].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/65.1211.F.20240729.1049.002.html>.
- [24] 刘伟.科学认识与切实发展新质生产力[J].经济研究,2024,59(3):4-11.
- [25] 方敏,杨虎涛.政治经济学视域下的新质生产力及其形成发展 [J].经济研究,2024,59(3):20-28.
- [26] 马克思,恩格斯.马克思恩格斯文集[M].中共中央马克思恩格斯列宁斯大林著作编译局,译.北京:人民出版社,2009.
- [27] 钟甫宁.从要素配置角度看中国农业经营制度的历史变迁 [J].中国农村经济,2021(6):2-14.
- [28] 薛洲,高强.日本农业机械化支持政策:演变历程与经验借鉴 [J].世界农业,2023(7):52-63.
- [29] 宋洪远,石宝峰,吴比.新型农业经营主体基本特征、融资需求和政策含义[J].农村经济,2020(10):73-80.

Agricultural Equipment Innovation from the Perspective of New Quality Productive forces :Logical Framework, Challenges and Promotion Strategy

YAO Keyan, LIU Chuanjun , XUE Zhou

Abstract Agricultural equipment plays a vital role in agricultural production, and the strength of its scientific and technological attributes serves as a key indicator distinguishing new quality productive forces from traditional productivity. This paper clarifies the logical framework by which the scientific and technological innovation of agricultural machinery and equipment supports the development of new quality productivity in agriculture. Based on an analysis of the current situation of scientific and technological innovation in China's agricultural machinery and equipment and the challenges it faces, the paper puts forward the strategies for advancing scientific and technological innovation of agricultural machinery and equipment from the perspective of new quality productive forces . The study demonstrates that innovation in agricultural machinery and equipment science and technology can enhance the quality of production factors and optimize the allocation. Additionally, it can promote the dialectical unity of productivity and production relations, providing strong momentum for the development of agricultural new quality productivity. Although China's agricultural equipment innovation has advanced significantly in recent years, a notable gap remains when compared to global agricultural machinery leaders. This gap is primarily due to unsound market mechanism and institutional barriers and other aspects of the problem. Therefore, it is essential to clarify the shortcomings and weaknesses in agricultural machinery and equipment, deepen the reform of mechanism and system, reinforce the role of agricultural machinery enterprises in driving innovation, , improve policy precision, and promote the integration of digital technologies with practical applications. By tailoring strategies to local conditions, China can accelerate the technological innovation of agricultural equipment and hasten the formation of new quality productive forces in agriculture.

Key words new agricultural productive forces; agricultural machinery and equipment; technological innovation; smart agriculture

(责任编辑:金会平)