

农业机械设备电气化升级优化研究

王 充 崔奇超

中国一拖集团有限公司齿轮传动公司 河南 洛阳 471003

摘 要：在农业绿色转型与智慧农业发展背景下，农机电气化成为农业装备升级的核心方向。本文梳理农业机械设备电气化的发展现状与环保、经济、智能等核心优势，深入剖析设备技术、配套产业、市场推广等层面存在的各类问题，深挖问题背后的研发、政策、产学研融合短板。针对性提出技术优化、产业完善、市场推广及长效保障策略，为农机电气化规模化普及、农业现代化高质量发展提供参考。

关键词：农业机械设备；电气化；升级优化

引言：乡村振兴与双碳战略推进下，传统燃油农机高能耗、高污染的弊端日益凸显，农机电气化成为改造传统农业生产模式的关键路径。当前我国农机电气化产业稳步发展，设备迭代速度加快、政策扶持力度持续提升，但仍面临技术瓶颈、配套不足、推广受阻等诸多现实难题。为破解农机电气化发展痛点，推动农业生产绿色化、智能化升级，本文系统研究农机电气化升级现存问题，探索科学可行的优化发展路径。

1 农业机械设备电气化发展现状与核心优势

1.1 农业机械设备电气化基本概述

（1）农机电气化核心内涵：农机电气化是现代农业装备升级的重要方向，核心是以清洁电能替代传统燃油动能，对农业耕种、田间管理、收获、转运等全生产流程的农机设备进行改造升级，实现农机作业电动化、低耗化、规范化运行，彻底改变传统燃油农机高污染、高能耗的作业模式，助力农业生产绿色转型。（2）农机电气化主要类型：目前主流电动农机可分为三类，分别是小型便携式电动农机，适用于小面积农田、庭院农耕的轻便作业；中型田间作业电动农机，适配大田耕种、除草、灌溉等常规田间作业；大型智能化电动成套农机设备，多用于规模化、集约化农业生产，可完成一体化农事作业。

1.2 农业机械设备电气化发展现状

（1）设备应用现状：现阶段电动农机市场覆盖率持续提升，小型电动农机已广泛普及，在散户农耕中应用普遍；中型、大型电动农机逐步规模化推广，主要应用于规模化农场、专业合作社，适配各类平原、丘陵田间作业场景，应用范围不断拓宽。（2）技术发展现状：国内农机电气化核心技术持续迭代，高效电机驱动技术日趋成熟，动力输出稳定性大幅提升；锂电池、储能电池等储能设备续航能力稳步优化，缓解农机作业续航短

板；智能控制、精准调控技术逐步搭载于电动农机，设备自动化作业水平显著提高。（3）政策与产业现状：国家及地方持续出台农机购置补贴、电气化农业推广等扶持政策，为行业发展提供政策支撑。同时，农机电气化上下游产业链不断完善，电池、电机、智能控制系统配套产业日趋成熟，初步形成完整的产业化发展体系。

1.3 农机电气化升级的核心优势

（1）环保节能优势：电动农机作业无尾气、无废气污染物排放，可有效减少农业面源污染，且电能能量利用率远高于燃油动能，能耗损耗更低，精准契合农业领域双碳发展战略与绿色生产要求。（2）经济实用优势：电力能源采购及设备运维成本远低于燃油设备，且电动农机结构简洁、零部件损耗小、故障率低，大幅降低农机维修、养护成本，有效减少农业生产综合投入，提升农耕经济效益。（3）智能适配优势：电动农机动力输出稳定、电控接口适配性强，可便捷搭载定位导航、智能调控、数据监测等智能系统，能够适配精准播种、精准施肥、智能收割等智慧农业作业需求，适配现代农业数字化、智能化发展趋势^[1]。

2 农业机械设备电气化升级存在的问题及成因分析

2.1 电气化农机设备技术层面问题

（1）储能技术短板：当前农机专用动力电池技术仍存在明显短板，普遍存在续航里程短、充电效率低等问题。多数电动农机电池续航难以支撑全天大面积田间作业，长时间、高强度农耕作业中途需多次补能，同时慢速充电模式耗时久，快速充电设备成本高，严重影响农机作业连续性，无法适配规模化农业生产需求。（2）设备适配性不足：目前市面上的电动农机大多针对平原大田作业设计，机型结构、动力参数较为单一。针对我国山地、丘陵、设施大棚等特殊农耕场景的专用电动农机品类匮乏，现有设备体型、动力、灵活性无法适配狭

小、崎岖的作业环境,难以满足多元化、差异化的农业生产需求。(3)核心技术不成熟:农机专用电机驱动技术尚未完全成熟,设备动力输出稳定性较差。在深耕、重负荷收割等重载作业场景中,容易出现动力衰减、运转卡顿等问题,负荷适配能力不足,相较于传统燃油农机,作业稳定性和适配场景能力存在明显差距。

2.2 产业与配套设施层面问题

(1)配套基础设施不完善:农村农业基础设施建设滞后,田间专用充电站点布局稀疏、覆盖率低。多数农田远离供电设施,农机作业后充电不便,偏远乡村甚至无专属充电配套,极大制约了电动农机的常态化、规模化使用,成为农机电气化推广的硬件阻碍。(2)产业链发展不均衡:国内农机电气化产业链存在明显短板,低端零部件产能充足,但高端电机、智能电控、专用储能电池等核心部件高度依赖外部供应。本土制造企业技术水平有限,精密加工能力不足,产业链整体呈现低端过剩、高端缺失的失衡格局^[2]。(3)设备维修体系缺失:电动农机属于新型智能装备,区别于传统燃油农机,维修技术门槛更高。目前基层农村专业维修网点数量稀少,具备电动农机维修资质和技术的人员严重短缺,设备故障后维修不及时,售后保障体系不完善,影响农户使用体验。

2.3 市场与推广应用层面问题

(1)设备购置成本偏高:电动农机搭载电池、智能电控等装置,生产制造成本较高,终端售价普遍高于同规格燃油农机。虽然长期运维成本更低,但前期一次性投入过高,多数农户及小型农业合作社资金压力大,购置意愿普遍偏低。(2)市场认知度不足:广大农户长期依赖传统燃油农机作业,农耕观念固化。多数农户对电动农机节能、低耗、环保、易操作的核心优势认知不足,同时对设备续航、使用寿命、售后保障存在顾虑,难以主动接受新型电气化农机设备。(3)规模化应用程度低:我国农业生产以散户小规模种植模式为主,土地分散、种植规格不统一。而电动农机的高效、节能优势需依托连片规模化作业发挥,分散的种植模式无法凸显其应用价值,大幅增加了农机电气化的推广落地阻力。

2.4 问题成因深度分析

(1)技术研发投入不足:相较于通用新能源设备,农机电气化设备研发针对性强、场景适配难度高、回报周期长。多数企业研发投入意愿薄弱,科研院所专项研究力度不足,导致核心技术迭代速度缓慢,难以突破储能、动力适配等技术瓶颈。(2)政策扶持体系不完善:现有农机扶持政策多为通用性补贴,针对电动农机的专

项补贴、运维补贴、基建扶持政策较少。政策落地力度不足、覆盖面有限,缺乏长效激励机制,无法有效降低农户购置和企业研发生产压力。(3)产学研用融合不足:当前农机电气化领域存在研发、生产、应用脱节问题。科研机构的技术成果难以对接企业生产需求,企业量产设备又不符合田间实际作业场景,技术转化效率低,优质技术成果无法快速落地赋能农业生产。

3 农业机械设备电气化升级优化策略与保障措施

3.1 核心技术优化升级策略

(1)储能与动力技术优化:针对当前电动农机续航不足、充电缓慢、重载动力不稳的技术痛点,需聚焦农机专用储能与动力系统开展专项技术攻关。依托新能源技术研发优势,研发适配田间高强度、长时间作业场景的高能量密度动力电池,提升设备续航能力,适配大面积连片农耕作业。同时优化电机动力调控与输出系统,升级动力调节算法,改善设备在深耕、收割等重载场景下的动力衰减问题,大幅提升电动农机作业的稳定性和持续性,缩小与传统燃油农机的动力差距。(2)场景化设备优化研发:结合我国农业地形复杂、作业场景多元的特征,突破电动农机场景适配单一的短板。开展差异化设备研发,重点研发山地、丘陵适用的小型轻量化、高通过性电动农机,以及大棚、温室专用的微型精密作业设备,丰富产品品类,覆盖全农耕场景,补齐特殊地形与设施农业的设备适配短板^[3]。(3)智能化技术融合升级:推动电气化农机与智慧农业技术深度融合,将物联网、大数据、精准测控等先进技术嵌入农机设备体系。为电动农机搭载智能调控模块,实现作业速度、作业深度、施肥播种量的精准智能调节,同时增设设备故障自动预警、运行数据实时监测、远程运维操控等功能。依托数字化技术提升农机作业精准度与自动化水平,契合现代农业智慧化、精准化的发展趋势。

3.2 产业与配套体系完善策略

(1)完善基础设施建设:针对农村田间充电设施薄弱的问题,统筹规划农村农业电力基础设施布局。结合各地农田分布特点,分批推进田间专用充电站点、移动式储能站点建设,优先覆盖规模化农场、农业合作社及重点农耕区域,逐步实现全域农田充电网络全覆盖。同时优化农村电网供电能力,解决偏远农田供电不足、充电不稳定等问题,为电动农机常态化作业提供硬件保障。(2)健全产业链条:聚焦农机电气化产业链高端短板,加大对本土农机制造企业的扶持力度,鼓励企业开展核心技术攻关,突破高端电机、智能电控、专用电池等关键部件对外依赖的瓶颈。整合科研、生产、加工、

组装等资源,搭建一体化产业发展平台,构建“研发-生产-加工-销售”完整产业链体系,提升本土农机电气化产业的自主生产能力和核心竞争力,推动产业均衡高质量发展。(3)搭建专业运维体系:补齐电动农机售后运维短板,以乡镇为单位布局标准化电动农机专业维修服务网点,下沉运维服务资源。同时常态化开展基层农机维修人员专项技能培训,针对电动农机结构原理、故障排查、维修保养等内容开展系统化教学,培育专业运维人才队伍。建立常态化售后运维服务机制,及时解决设备故障问题,完善全程售后服务保障体系^[4]。

3.3 市场推广与应用优化策略

(1)优化成本扶持机制:针对电动农机购置成本偏高、农户推广意愿低的问题,优化现有农业扶持政策。细化电动农机专项购置补贴、作业补贴、充电补贴政策,根据设备类型、作业场景实行差异化补贴,重点降低散户农户和小型农业合作社的前期购置成本与后期使用成本。同时鼓励金融机构推出农机专项信贷、免息分期等服务,缓解农户资金压力,提升市场购置积极性。

(2)强化宣传示范引导:破除农户传统农耕观念,强化市场宣传与示范引导。各地依托农业产业园、规模化农场建设农机电气化示范基地,常态化开展电动农机现场作业演示、技术观摩、实操培训等活动。通过直观展示电动农机节能、高效、低故障的核心优势,普及电动农机使用知识,打消农户对设备性能、续航、售后的顾虑,逐步转变传统农耕认知。(3)创新推广应用模式:适配我国散户分散种植的农业现状,创新电动农机推广与应用模式。大力推广农机共享租赁、集中托管、统一作业等新型服务模式,由村集体、合作社统筹购置电动农机,为散户提供集约化作业服务,有效解决散户设备利用率低、购置成本高的问题,充分发挥电动农机规模化作业优势,全面提升农机电气化普及应用水平^[5]。

3.4 长效发展保障措施

(1)政策保障:构建系统化、长效化的农机电气化政策保障体系,完善农机电气化专项法规与行业标准,规范设备研发、生产、推广、运维全流程。建立涵盖技

术研发扶持、基础设施建设、市场推广补贴、产业培育的长效激励政策,细化地方落地细则,强化政策执行力度,为农机电气化产业持续发展提供制度支撑。(2)技术保障:搭建高校、科研院所、企业、农业基地协同的产学研创新平台,整合各方科研资源,加大农机电气化专项科研资金投入。建立常态化技术迭代机制,针对行业技术痛点持续开展攻关,促进科研成果快速转化为实际生产力,为农机电气化升级提供持续稳定的技术支撑。(3)人才保障:健全农机电气化人才培育体系,依托职业院校、农业培训机构开设相关专业课程,定向培育设备研发、智能操控、售后运维、市场推广等专项人才。同时完善人才引进、培养、激励机制,留住优质农业技术人才,打造专业化、复合型人才队伍,夯实农机电气化产业长效发展的人才根基。

结束语

农机电气化是现代农业转型升级的必然趋势,对农业节能降耗、提质增效、智慧发展具有重要意义。本文针对农机电气化升级过程中的技术、产业、市场等核心问题,制定全方位的优化策略与长效保障方案。未来需持续聚焦技术创新、产业完善与市场普及,深化产学研用融合,健全政策与人才保障体系,持续突破发展瓶颈,助力我国农业电气化、现代化、绿色化长效发展。

参考文献

- [1]余强,张磊,李建桥.基于混合储能与场景识别的电动拖拉机能效多目标优化[J].农业工程学报,2025,41(8):112-120.
- [2]徐立友,冯港辉,张俊江.电动农业装备研究进展与发展趋势[J].农业机械学报,2024,55(12):114-118.
- [3]常思山.电气自动化技术在农业机械设备电气化改造中的应用优化[J].石河子科技,2024,11(5):87-91.
- [4]张俊江,冯港辉.基于庞特里亚金极小值原理的混合动力拖拉机节能控制[J].农业机械学报,2023,54(5):396-406.
- [5]刘希璐.电气自动化技术赋能农业机械电气化升级改造研究[J].南方农机,2023,54(8):79-81.