

Research and Development of New Energy Agricultural Machinery Power Systems and Energy Efficiency Analysis

Zimeng Wang

and Xi Zhongzhi (Shanghai) Agricultural Equipment Research Co., Ltd., Shanghai, 201702, China

Abstract

Under the “dual carbon” goals and agricultural modernization initiatives, traditional fuel-powered agricultural machinery faces challenges including high energy consumption, severe emission pollution, and elevated operational costs, which hinder the green transformation and high-quality development of agriculture. New energy agricultural machinery power systems, primarily utilizing electricity, hybrid power, or clean fuels, demonstrate advantages such as efficiency, low emissions, and sustainability, making them a crucial direction for agricultural machinery technological advancement. This paper analyzes the structure, working principles, adaptability to agricultural operations, and technical characteristics of new energy agricultural machinery power systems. It further explores their energy-saving benefits and comprehensive economic advantages through practical application scenarios. The study reveals that new energy power systems exhibit significant advantages in reducing energy consumption, minimizing emissions, and improving energy utilization efficiency. However, their widespread adoption still requires continuous optimization in areas such as technological maturity, infrastructure development, and cost control to promote the transition of agricultural machinery power systems toward greener and more efficient solutions.

Keywords

new energy; agricultural machinery; power system; energy-saving benefits; green agriculture

新能源农业机械动力系统的研发与节能效益分析

王子萌

奚仲智造（上海）农业装备研究有限公司，中国 · 上海 201702

摘要

在“双碳”目标和农业现代化背景下，传统燃油农业机械面临能源消耗高、排放污染严重和运行成本高等问题，制约了农业绿色转型与高质量发展。新能源农业机械动力系统以电能、混合动力或清洁燃料为主要能源，具有高效、低排放和可持续等优势，成为农业机械技术发展的重要方向。本文分析了新能源农业机械动力系统的结构、工作原理及其在农业作业中的适应性与技术特点，并结合实际应用场景探讨其节能效益与综合经济效益。研究表明，新能源动力系统在降低能耗、减少排放和提高能源利用效率方面具有显著优势，但其推广仍需在技术成熟度、基础设施建设和成本控制等方面进行持续优化，以推动农业机械动力系统向绿色、高效方向发展。

关键词

新能源；农业机械；动力系统；节能效益；绿色农业

1 引言

农业机械化是现代农业发展的重要支撑，而动力系统作为农业机械的核心组成部分，其性能水平直接影响作业效率、能源消耗和环境影响。长期以来，柴油发动机凭借结构成熟、功率范围广等优势，在农业机械领域占据主导地位，但其高能耗和高排放特性与当前绿色农业发展目标存在明显矛盾。随着新能源技术和动力控制技术的快速进步，将新能源引入农业机械动力系统，成为实现农业机械节能减排与技术升级的重要途径。新能源农业机械动力系统不仅有助于

降低农业生产对化石能源的依赖，还可改善作业环境、减少运行成本。基于此，系统研究新能源农业机械动力系统的研发思路及其节能效益，对于推动农业机械技术创新和农业可持续发展具有重要现实意义。

2 新能源农业机械动力系统的发展背景与技术基础

2.1 农业机械动力系统转型的现实需求

随着农业生产规模化和集约化水平的提高，传统燃油动力系统在农业机械中的应用逐渐暴露出诸多不足。农业作业的强度和时间的显著增加，使得传统动力系统在燃料消耗和排放控制方面的问题愈发突出。首先，燃油价格波动大，增加了农业生产成本的不确定性，尤其是在生产高峰期，燃

【作者简介】王子萌（1986-），男，中国江苏徐州人，本科，初级工程师，从事农业机械研究。

油成本对整体农业经济效益的影响较为显著。其次，燃油发动机排放的尾气不仅污染了农村的空气质量，还对作业人员的身体健康造成潜在威胁。尤其是在密闭或半封闭的环境中作业时，排放问题更加严重。因此，农业机械动力系统的转型，尤其是向高效、清洁方向转型，成为农业绿色发展和可持续发展的迫切需求。新能源动力系统的引入，有望减少农业机械的能源消耗和环境污染，为农业提供更加环保和经济的动力支持。

2.2 新能源技术在农业领域的应用基础

新能源技术在工业和交通领域的成熟应用为其向农业机械领域的推广奠定了坚实的基础。电机驱动技术、电池储能技术和能量管理控制技术的不断进步，为新能源动力系统在农业机械中的应用提供了技术保障。电机驱动技术通过其高效率、低噪音和低维护成本，成为新能源农业机械的核心技术。电池储能技术的持续发展，使得电池的能量密度、充电速度和使用寿命得到了大幅提升，解决了传统电池技术在农业机械中应用的瓶颈。此外，能量管理控制技术通过精确控制能源流动和分配，保证了动力系统在多工况下的高效运转。这些技术的持续进步，使新能源动力系统在农业机械中的应用变得更加可行，为未来大规模推广新能源农业机械提供了可靠的技术基础。

2.3 新能源农业机械动力系统的技术特点

与传统的燃油动力系统相比，新能源农业机械动力系统在结构和工作方式上具有显著的差异。新能源动力系统的输出更加平稳，能够提供精确的控制，尤其在低速大扭矩的工况下表现优异。这种平稳的动力输出使其在精细化农业作业中具有独特的优势。例如，在播种、施肥、植保等精细化操作中，新能源动力系统能够提供更为精确和灵活的操作体验，满足不同作业需求。相比传统的燃油系统，新能源动力系统的扭矩响应速度快，且能够在负载变化较大的情况下，迅速调整输出功率，从而保证作业的稳定性和效率。此外，新能源动力系统的低噪音和低排放特点，为操作环境的优化和作业人员的健康提供了更好的保障。通过不断优化这些技术特点，新能源农业机械将能够在更多农业作业领域得到广泛应用，推动农业机械向更加绿色、高效的方向发展。

3 新能源农业机械动力系统的结构形式与研发路径

3.1 纯电动农业机械动力系统

纯电动农业机械动力系统以电池为主要能源，通过电机驱动机械运行，具有结构简单、无排放、低噪音等优点，特别适用于温室作业、设施农业和中小功率的农业机械。电池系统的研发是该系统的核心，如何有效配置电池容量、选择适配的电机以及优化整机的能量管理策略，成为保证农业机械连续作业和高效运行的关键。通过优化电池充放电管理，可以提高电池的使用寿命和充电效率，确保农业机械在

长时间高效运行下仍能保持可靠性和稳定性。纯电动农业机械的一个重要挑战是续航能力，特别是在大规模农业作业中，如何保证作业连续性和减少充电中断，是纯电动农业机械发展的重点。此外，由于电动系统没有传统内燃机的噪音和排放问题，提升了作业环境的舒适性，符合现代农业绿色环保的需求。

3.2 混合动力农业机械动力系统

混合动力农业机械动力系统结合了传统内燃机与电驱动系统的优势，采用两种动力源的协同工作，以提升能源利用效率并满足高功率需求。该系统尤其适用于功率需求较高、作业时间较长的农业机械，如大型拖拉机、联合收割机等。在混合动力系统的研发过程中，动力分配策略、系统集成与控制协调是主要的技术难点。如何高效地在内燃机与电机之间进行功率切换，使得两种动力源的协同工作更加平衡，既要保证动力输出的平稳，又要实现节能效果，成为研发的核心任务。此外，混合动力系统还需考虑系统重量、体积以及成本控制问题，确保农业机械在提高效率和性能的同时，仍保持较高的性价比。随着技术的不断进步，混合动力农业机械能够更好地平衡作业需求和节能减排目标，逐渐成为高效农业作业的重要动力系统。

3.3 清洁燃料动力系统的应用探索

随着环保要求的日益严格，部分农业机械开始探索使用清洁燃料如生物燃料、氢能等替代传统燃料。这些清洁能源不仅有助于减少碳排放，还能够为农业机械提供更加可持续的动力。然而，清洁燃料动力系统的推广面临一些技术和市场挑战，首先是燃料的供应链问题，尤其是生物燃料和氢能的生产和分配体系仍需大规模建设。研发方向集中在燃料适配性、系统安全性和稳定性提升上，例如优化氢燃料电池的性能，提高生物燃料的转化效率，确保其能够在长期使用过程中保持高效稳定的动力输出。随着技术的成熟和市场环境的改善，清洁燃料动力系统有望在农业机械中广泛应用，为农业的绿色转型提供重要支持。

4 新能源农业机械动力系统的性能特点与作业适应性

4.1 动力输出特性与作业匹配性

农业作业的工况极其复杂，涉及耕整地、播种、植保等多种作业任务，每种任务对动力系统的响应速度和扭矩特性有不同的需求。新能源动力系统通过电控技术实现精确的动力输出调节，能够根据负载变化进行快速响应，使得作业过程更加稳定高效。与传统燃油动力系统相比，新能源系统能在较短时间内提供更为精确的扭矩和动力输出，尤其在需要快速调整动力的作业中，如耕整地时遇到地层变化，新能源系统的适应性尤为突出。此外，电控技术能够根据作业要求智能调节动力输出，提升了作业效率，减少了能源浪费。在播种和植保作业中，精准的动力调节还能够提高作业质量

和稳定性，确保各项农业操作能够平稳进行。因此，新能源动力系统的高响应性和作业匹配性在农业机械中展现了巨大的应用潜力。

4.2 系统可靠性与运行稳定性

农业机械的稳定运行离不开动力系统的高可靠性。与传统机械动力系统相比，新能源动力系统通过减少机械传动部件的数量，降低了机械故障的发生频率。然而，新能源系统对电子控制系统和储能系统的要求更高，需要确保电池、电机和控制单元的高效配合，以保证系统长期稳定运行。在复杂的农业环境中，温差、湿度、灰尘等因素可能会影响电子控制系统的稳定性。因此，合理的系统设计和防护措施至关重要。通过对电池管理系统、传感器和电控单元的优化设计，增强系统的抗干扰能力和耐用性，可以有效提高新能源动力系统在农业作业中的运行稳定性，确保其在长时间和高强度作业中发挥稳定效能。

4.3 维护需求与使用便利性

新能源动力系统在日常维护方面具有一定优势，尤其是在润滑系统和易损件更换方面。相比传统燃油发动机，新能源动力系统需要更少的润滑和零部件更换，使用过程中的故障率也较低，这对于长期高效使用至关重要。然而，新能源动力系统对专业技术支持和配套设施的依赖较高。电控系统和电池管理系统的维护需要专门的技术人员和设备，这在一定程度上提高了维护的技术要求。在新能源农业机械的推广应用过程中，需同步完善配套服务体系，提供专业的技术支持和维护服务。通过加强售后服务和技术培训，确保用户能够熟练掌握设备维护操作，进一步提升新能源动力系统的使用便利性和推广效果。

5 新能源农业机械动力系统的节能效益分析

5.1 能源利用效率的提升

新能源农业机械动力系统采用高效电机和能量回收技术，使能源转化效率大幅提升。与传统燃油动力系统相比，在相同作业条件下，新能源系统的单位作业能耗显著较低，减少了能源的浪费。电机驱动的农业机械能够在较低的功耗下完成相同的工作任务，尤其在高效电池管理和能量回收技术的应用下，能够有效利用回收的能量来辅助作业。通过优化电能使用，新能源动力系统不仅减少了能源消耗，而且提升了农业生产过程中的能源利用效率，从而推动了农业的绿色发展。综合来看，新能源农业机械能够降低农业生产中的整体能耗，为实现农业生产的节能目标提供了有效支持。

5.2 排放减少与环境效益

新能源农业机械在使用过程中几乎不会产生尾气排放，因此能够显著减少农业生产过程中对环境的污染。传统燃油动力系统排放的废气不仅影响空气质量，也加剧了温室气体的排放，进一步推动全球气候变化。新能源动力系统的广泛应用尤其在设施农业、人口密集区域以及农村环境中具有极大的环境效益。通过减少或消除有害排放，新能源农业机械有助于改善农村的空气质量，并降低农业生产对生态环境的负面影响。长期来看，新能源动力系统的应用能够有效推动绿色农业发展，促进农业产业的可持续发展，为实现“碳达峰”和“碳中和”目标做出贡献。

5.3 经济效益与综合价值评估

从长期运行角度来看，新能源农业机械具有显著的经济优势。虽然其初期投入较高，主要由于电池和电机等核心部件的成本较高，但随着技术的不断成熟和生产规模的扩大，成本将逐步降低。在能源成本和维护费用方面，新能源农业机械具有更低的运行成本。新能源系统的能效更高，节省了能源消耗；此外，电机驱动系统的维护成本也低于传统燃油系统，减少了定期更换零部件和维修的频次。通过节能降耗和降低运行成本，新能源农业机械在长期使用过程中展现出更为明显的经济效益。在政策支持和规模化应用的推动下，新能源农业机械的综合经济效益有望进一步提高，为农业生产提供更加经济、高效、可持续的解决方案。

6 结语

新能源农业机械动力系统的研发与应用，是农业机械技术向绿色、高效方向发展的重要体现。通过对动力系统结构形式、性能特点及节能效益的系统分析可以看出，新能源动力系统在降低能耗、减少排放和提升作业品质方面具备明显优势，对推动农业可持续发展具有积极意义。当前，其推广应用仍面临技术完善、成本控制和配套保障等方面的挑战，需要在技术研发、政策引导和产业协同等层面持续发力。未来，随着新能源技术的不断进步和应用环境的逐步成熟，新能源农业机械动力系统有望在更广泛的农业生产场景中发挥重要作用，为现代农业发展提供更加坚实的动力支撑。

参考文献

- [1] 闫雪.新能源动力系统在农业机械中的适配性研究与能效提升策略[J].中国农机装备,2025,(09):137-139.
- [2] 崔守懿.新能源农业机械的运维特性与保养机制研究[J].河北农机,2025,(15):59-61.
- [3] 孙艳艳.农业机械节能与环保技术研究与应用[J].河北农机,2023,(18):16-18.