

秸秆还田专用农机的功耗分析与节能改造技术研究

孙平

呼伦贝尔农垦谢尔塔拉农牧场有限公司第五连(队)/内蒙古自治区呼伦贝尔市海拉尔区谢尔塔拉农场, 内蒙古自治区呼伦贝尔市, 021012;

摘要: 秸秆还田是实现农业绿色发展的主要途径,也是提高土壤肥力的有效措施,专用农机的耗电水平影响到作业效率以及农户使用意愿。本文根据秸秆还田农机作业实际情况,分析秸秆还田农机作业中功耗分析和节能改造的必要性,系统研究秸秆还田农机作业中功耗分析的理论基础、构成及影响因素,探究秸秆还田农机作业中节能改造的技术方法,主要部件改造及实施评估,为秸秆还田农机节能降耗提供技术参考。

关键词: 秸秆还田;专用农机的功耗;节能改造技术

DOI: 10.69979/3029-2700.26.04.111

引言

随着农业机械化水平的不断提高,秸秆还田专用农机在农业生产中得到了广泛应用,但是目前大部分秸秆还田专用农机的功耗较高、能源利用率低,不仅增加了农户的作业成本,也不符合农业绿色低碳发展的要求。秸秆还田农机作业环境复杂,功耗受诸多因素的影响,对秸秆还田农机的功耗进行准确分析,探寻相应的节能改造技术,是解决农机能耗问题、推进秸秆还田技术应用的重要途径。本文主要对秸秆还田专用农机的功耗分析以及节能改造技术进行研究,在实际操作场景中建立完善的体系,促进农业机械化高质量发展。

1 秸秆还田专用农机功耗分析与节能改造的必要性

秸秆还田专用农机是秸秆资源化利用的主要设备,它的功耗性能直接影响到农业生产是否经济、环保、高效,对秸秆还田专用农机进行功耗分析和节能改造有很强的现实必要性及实践意义。从农业绿色发展角度来讲,目前我国农业领域正在积极推进低碳转型,秸秆还田农机普遍存在的高功耗问题,不但会增加柴油等化石能源的消耗,还会加重尾气排放,与绿色农业发展理念背道而驰,通过对功耗进行分析找出能耗痛点,利用节能改造降低能耗,可以减少能源浪费和环境污染,促进农业低碳发展。从农户生产实际出发,秸秆还田作业能耗成本占农户农机作业总支出的30%以上,高功耗造成农户作业成本上升,部分农户因能耗过高而拒绝使用秸秆还田农机,影响秸秆还田技术的推广普及,通过功耗分析

找出能耗冗余点,实施针对性节能改造,可以明显降低农机能耗,减少农户作业成本,提高农户使用积极性。就农机产业发展而言,目前秸秆还田专用农机的节能性能还有很大的提高空间,部分农机设计不合理造成能耗偏高、能源利用率低,进行功耗分析和节能改造研究,可以促进农机设计优化和技术升级,提高我国秸秆还田农机核心竞争力,推动农机产业向高效、节能、绿色方向发展。另外,随着秸秆还田政策不断推进,对农机作业效率和节能水平要求越来越高,开展相关研究可以满足政策导向的需求,促进秸秆还田技术的规范化、高效化应用,实现秸秆资源化利用和农业可持续发展双赢。

2 秸秆还田专用农机功耗分析

2.1 功耗分析理论基础

秸秆还田专用农机的功耗分析以力学原理、能量守恒定律和农机动力学为理论基础,结合秸秆还田作业的实际场景,建立科学的功耗分析体系,为后续能耗优化和节能改造提供理论支持。力学原理是功耗分析的基础,秸秆还田农机作业时,切削、粉碎、翻埋等环节都会产生不同的力,如秸秆切削时的剪切力、粉碎时的冲击力、翻埋时的土壤阻力等,这些力的大小直接影响到农机的功耗水平,通过力学分析可以准确计算出各个环节的受力情况,找出功耗产生的力学原因。能量守恒定律给功耗分析赋予了关键逻辑,农机作业时,发动机产生的机械能一部分用作秸秆还田作业(有效能耗),另一部分被机械摩擦、土壤阻力、空气阻力等消耗(无效能耗),利用能量守恒原理可以量化有效能耗和无效能耗所占的比例,找到能耗浪费的关键环节。农机动力学主要是

研究农机作业时运动状态以及能量传递的过程,通过分析发动机转速、作业速度、切削深度这些参数同功耗之间的关系,建立起功耗和作业参数的量化模型,从而给精确调整作业参数、削减耗电量赋予理论支撑。同时结合农业工程学理论,考虑到秸秆的含水率、硬度、长度、土壤质地、含水率、紧实度等实际情况,完善功耗分析模型,使分析结果更贴近农机作业的实际,为之后的节能改造提供可靠的理论支持,防止理论与实践相脱离。

2.2 秸秆还田专用农机功耗构成分析

秸秆还田专用农机的功耗构成比较复杂,结合作业过程可以分为作业功耗、辅助功耗和无效功耗三类,各类功耗产生的场景和影响因素有较大差别,准确把握其构成特征是进行节能改造的前提。作业功耗是农机完成秸秆还田主要作业的能耗,也是总功耗中占比较大(60%-75%)的部分,主要是秸秆切削功耗、粉碎功耗和翻埋功耗。秸秆切削功耗指的是农机刀片切割秸秆时消耗的能量,它受到秸秆的物理性质和切削参数的影响,秸秆含水率越高、硬度越大,切削阻力就越大,功耗也就越高;刀片切削角度、切削速度不合理都会增大切削功耗。粉碎功耗指把切割好的秸秆粉碎到满足还田要求所需的能耗,它和粉碎粒度、秸秆特性、粉碎机构转速有关,粉碎粒度越细、秸秆纤维越粗,粉碎功耗就越高,但合理的粉碎机构转速可以在保证粉碎效果的同时降低能耗。翻埋功耗指将粉碎后的秸秆翻埋到土壤中所消耗的能耗,受土壤阻力、翻埋深度和作业速度的影响,土壤越紧实、翻埋深度越大,翻埋功耗就越高。辅助功耗占总功耗的15%到25%,主要包含农机行走功耗、液压系统功耗和传动系统功耗,行走功耗同作业速度、土壤承载力有关,液压系统功耗由液压元件的泄漏和能量损耗造成,传动系统功耗主要是齿轮、轴承等部件的摩擦损耗所致。无效功耗占总功耗的5%到10%,主要是由于机械闲置功耗、操作不当造成的额外功耗,虽然所占比例不大,但是长期累积会造成很大的能源浪费,也是功耗优化的一个重要环节。

2.3 影响秸秆还田专用农机功耗的主要因素

秸秆还田专用农机的功耗是由农机自身、作业环境、作业参数这三个方面共同决定的,各个因素之间互相联系、互相影响,共同决定着农机总功耗的高低,了解各个因素的影响机理是精准降低能耗的前提。农机自身因

素属于影响功耗的内在核心,主要包含农机结构设计、核心部件性能以及机械磨损情况。农机结构设计不合理,粉碎机构与秸秆接触面积大、传动系统传动比不匹配都会造成能量损耗,核心部件如发动机、刀片、轴承等性能不好,发动机热效率低、刀片耐磨性差都会使功耗增大,机械长期使用后,部件磨损加剧,摩擦阻力增大,也会使功耗增大,这也是长期作业农机能耗上升的主要原因。作业环境因素属于影响功耗的外在主要因素,主要是秸秆特性及土壤状况。秸秆特性如含水率、硬度、长度、纤维含量等都会影响到功耗,含水率过高会使秸秆变得较韧,加大切削和粉碎的难度,含水率过低则会使秸秆变得较脆,虽然减小了切削和粉碎的难度,但是容易产生粉尘,增大作业阻力;秸秆硬度越大、纤维含量越高,切削和粉碎功耗就越高。土壤条件方面,土壤质地、含水率、紧实度会影响翻埋的功耗,砂质土壤阻力小,功耗低,黏质土壤阻力大,功耗高;土壤含水率适中时阻力最小,含水率过高或过低都会增大阻力;土壤紧实度越高,翻埋时所需的力越大,功耗越高。作业参数因素属于可以调节的作业参数,包括作业速度、切削深度、粉碎粒度和发动机转速,作业速度过快会加大秸秆切削和翻埋的瞬间阻力,使功耗增大,速度过慢会使作业效率降低,增加单位面积能耗;切削深度过大增加切削阻力,过小不能完全切割秸秆,需要二次作业,增加总功耗;粉碎粒度越细,功耗越高,应根据还田要求合理控制;发动机转速过高造成能源浪费,过低不能满足作业需求,需匹配最佳转速。

3 秸秆还田专用农机节能改造技术

3.1 农机主要部件节能改造技术

秸秆还田专用农机的核心部件是功耗产生的主要载体,对发动机、切削粉碎部件、传动部件和液压部件进行节能改造,是降低农机总功耗的重要手段,也是节能改造技术的主要内容。发动机是农机的动力源,它的能耗占总功耗的40%到50%,节能改造主要是提高发动机热效率、降低怠速能耗。采用发动机进气道优化技术,改善进气道结构,增大进气量,提高燃油燃烧效率,降低燃油消耗;安装怠速节能装置,在农机闲置或者作业间隙的时候,自动调节发动机转速到合适的范围内,避免长时间高速空转造成的能源浪费,还可以对发动机燃油供给系统进行优化,精确控制燃油喷射量,实现按需供油。切削粉碎部件的改造主要是刀片和粉碎机构,刀

片是直接接触秸秆的部件,刀片性能的好坏直接影响到切削功耗,可以使用高强度耐磨合金材料制作刀片,提高刀片耐磨性,减少刀片磨损带来的功耗上升,同时优化刀片结构和切削角度,减小切削阻力,将传统的平面刀片改为弧形刀片,缩短切削行程,降低切削功耗;粉碎机构的改造可以采用分级粉碎的设计,根据秸秆的不同特性设置不同的粉碎齿,避免过度粉碎造成的能耗浪费,同时优化粉碎机构的转速,达到粉碎效果和能耗的平衡。传动部件节能改造主要依靠减小摩擦损耗来达成,采用新的润滑材料以改善润滑状况,减小齿轮、轴承等零件的摩擦系数,适配合理的传动比,让发动机的输出功率同作业负载相契合,削减能量传递过程中造成的损失,对老旧农机更换磨损大的传动件,改进传动效率,缩减额外功耗。液压部件的改造主要是对液压系统的泄漏和能量损耗进行改进,可以更换密封性更好的液压密封件来减少液压油的泄漏,还可以优化液压系统管路的设计,减小管路长度,降低压力损失,提高液压系统的能量利用率。

3.2 节能改造技术的实施与评估

秸秆还田专用农机节能改造技术的实施要遵循前期准备、分步实施、全程管控的原则,保证改造过程规范、改造效果达标,建立科学的评估体系,量化工能转换效率,为秸秆还田专用农机节能改造技术的改进和推广提供依据。前期准备工作要全面检查农机,根据功耗分析的结果确定能耗冗余点和改造重点,根据农机型号、使用年限和作业需求制定个性化的改造方案,选择合适的改造技术和部件,做好改造前的调试工作,保证农机处于正常运转状态,防止在改造过程中出现机械故障。分步实施阶段按照先核心部件、后辅助部件、先易后难的顺序开展改造工作,首先对发动机、切削粉碎部件等核心能耗部件进行改造,试运行后检测改造效果,再对传动系统、液压系统等辅助部件进行改造,保证各个部件改造后能够协同工作,防止出现部件不兼容、能耗反而上升的情况;改造过程中要严格按照改造技术规范操作,重视改造质量,注意部件安装精度、润滑系统调试等细节,保证改造后的农机作业稳定、安全。全过程控制阶段,改造完成之后,要对农机实行为期1到2个作业周期的试运行,对农机的功耗状况、作业速度和作业品质展开即时观测,尽早察觉改造期间出现的问题并加以改进,从而保证改造成果符合预期。节能改造效果评

价要创建量化指标体系,主要包括能耗指标、作业指标和经济指标,能耗指标主要考察改造后的农机单位面积能耗、单位秸秆处理能耗,同改造前加以比较,算出节能率,作业指标着重体现改造后农机作业效率,秸秆切削粉碎品质,翻埋深度等,保证改造后作业品质不变,经济指标主要核算改造成本,能耗节约带来的成本削减,作业效率改善带来的收益增长,量化改造的经济效益。同时根据农机作业环境的不同,对改造技术的适用性进行评价,总结出不同的场景下改造的经验,改进改造方案,推动节能改造技术的标准化、规模化推广,使节能改造技术真正为农业生产服务,达到能耗降低、效益提高的目的。

4 结语

秸秆还田专用农机的功耗分析和节能改造,是推进农业机械化绿色发展的关键措施,也是减少农户作业成本、提高秸秆还田技术普及度的重要途径。本文通过对功耗分析和节能改造的必要性进行分析,对功耗分析的理论基础、构成以及影响因素进行了系统的探究,并提出了相应的节能改造技术以及评价方法,构建起了较为完整的功耗分析与节能改造技术研究体系。实际使用时要根据农机自身特点和作业环境,准确进行功耗分析,选择合适的节能改造技术,重视改造质量和效果评价,促使秸秆还田专用农机朝着节能、高效、绿色的方向发展。未来的人工智能将会改善功耗剖析模型及节能改进手段,从而加强农业的绿色低碳发展技术支撑。

参考文献

- [1]杜凯.立轴锯片式棉秆还田机关键部件设计与台架试验[D].塔里木大学,2024.
- [2]王后升.旋耕刀-埋指组合式秸秆还田机设计与试验[D].东北农业大学,2023.
- [3]许昊宇.温室外源秸秆还田机设计及试验研究[D].沈阳农业大学,2023.
- [4]牛国梁.机采棉立式秸秆粉碎还田机关键部件优化设计与试验[D].石河子大学,2021.
- [5]李斌,刘洋,牛国梁,等.秸秆粉碎还田机及关键部件的研究动态分析[J].新疆农机化,2020,(05):10-13.
- [6]王文博.密山市农户秸秆还田意愿及其影响因素研究[D].黑龙江八一农垦大学,2020.