

沈从举,郭慧静,代亚猛,等.新疆棉秆回收机械化现状及发展对策[J].华中农业大学学报,2023,42(5):53-63.
DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2023.05.007

新疆棉秆回收机械化现状及发展对策

沈从举¹,郭慧静¹,代亚猛²,李帆²,曹肆林²,金新文¹,沈亮³,邓宇³

1.新疆农垦科学院农产品加工研究所,石河子 832000; 2.新疆农垦科学院机械装备研究所,石河子 832000;
3.黑龙江德沃科技开发有限公司,哈尔滨 150086

摘要 新疆是我国最大的棉花产区和优质棉生产基地,棉花种植面积和产量均居全国首位。棉秆作为棉花的主要副产物,是一种重要的农业可再生资源,其利用价值越来越受到关注。棉秆回收机械化作为棉秆收储运的首要环节,是保障棉秆离田综合利用的前提,解决棉秆回收机械化问题对提高其综合利用率、改善生态环境和提高经济效益具有重要现实意义。本文分析了新疆棉花生产与棉秆资源现状,概述了国内外典型的棉秆回收机械研究与应用现状,总结了我国棉秆回收机械的类型、关键技术、性能特点、存在问题和发展趋势,指出了现阶段我国棉秆回收机械化程度低、收储运体系不完善是制约其综合利用的瓶颈问题,提出要加强棉秆回收机械研发创新力度,突破核心关键技术;同时完善收储运体系建设,建立离田回收利用技术模式。

关键词 棉秆; 机械化回收; 棉秆回收机械; 棉秆打捆机; 离田回收

中图分类号 S223.75 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2023)05-0053-11

棉花是我国重要的经济作物,是国民经济发展的重要支柱产业^[1]。新疆是我国最大的棉花产区和优质商品棉生产基地^[2]。2021年新疆棉花总产量占全国的89.5%,棉花总产、单产、种植面积、商品调拨量连续20余年均居全国第一(<https://news.cctv.com/2021/12/19/VIDEo1z26i5M5MTtaHDEKd-jY211219.shtml>)。棉秆作为棉花的主要副产物,含有丰富的蛋白质、维生素、氮、磷、钾、微量元素等,是一种重要的农业可再生资源^[3]。目前,新疆棉秆年产量超过1 000万t^[4]。传统的棉秆处理方式为直接粉碎还田充当来年的有机肥,然而棉秆中的木质纤维素含量高,在土壤中不易腐烂,导致棉秆转化为肥料的利用率低,而且影响播种质量^[5]。棉秆离田回收后经过不同处理既可作为燃料、饲料、肥料和基质,又可作为建筑和包装材料等工业原料,科学合理地利用棉秆将使之变废为宝^[6]。

长期以来,棉秆离田综合利用受政策扶持和研发创新力度不足、关键核心技术不成熟、收储运体系建设不完善、配套加工设备与基础处理设施不到位、市场运作力度不够等多种因素制约,导致资源化利用

方式单一且利用率较低,造成了一定的资源浪费,大部分棉秆仍主要直接粉碎还田用以提升耕地质量。目前,棉秆离田综合利用率仅为10%,主要原因是由于缺乏高效的棉秆收获机械,棉秆存储、运输困难且成本高^[7]。棉秆离田回收机械化进程相对滞后,尚无法与玉米、小麦、水稻等粮食作物秸秆的回收机械化水平相比。近年来,随着新疆草食畜牧业的快速发展,粗饲料短缺和价格升高的问题日益凸显^[8],如何充分利用各类秸秆尤其是棉秆资源日益受到重视。目前,新疆秸秆利用方式呈现多元化发展趋势,以肥料化、饲料化为主,燃料化、基料化、原料化为辅。棉秆是新疆未来秸秆综合利用的卡点、难点和主攻方向^[9]。

棉秆收储季节性强,规模化棉田的棉秆必须依靠机械化回收。棉秆回收机械化作为棉秆收储运的首要环节,是保障棉秆离田综合利用的前提。本文通过查阅相关文献资料,结合实地调研,基于新疆棉秆回收机械化现状,综合分析国内外典型的棉秆回收机械研究与应用现状,系统总结我国棉秆回收机械的特点及存在的问题,提出新疆棉秆回收机械化

收稿日期:2022-11-01

基金项目:新疆生产建设兵团科技创新人才计划项目(2020CB013);国家重点研发计划课题(2022YFD2002403);新疆维吾尔自治区重点研发计划项目(2022B02033-2);新疆农垦科学院创新团队(NCG202302)

沈从举,E-mail:shencongju@163.com

通信作者:曹肆林,E-mail:125489233@qq.com

发展趋势及对策建议,旨在为农业决策部门、棉秆回收机械研发机构、生产企业和棉秆综合利用企业提供参考,以期促进新疆棉秆机械化回收水平,推动棉秆多元化综合利用和棉花产业提质增效与可持续发展。

1 新疆棉花生产与棉秆资源现状

1.1 新疆棉花生产特点

新疆地处我国西北边陲,属于典型的大陆性气候,空气干燥,雨量稀少,日照充足,蒸发量大,昼夜温差大,农业生产主要采用节水灌溉方式,非常适合种植高密度棉花。自1980年代初期开始推广“矮、密、早、膜”植棉技术,株高控制在60~70 cm。目前新疆棉花主要以机采棉为主,标准化、规模化、机械化程度高。种植模式符合棉花机械化收获的作业要求,如滴灌带铺设采用1膜6行3管或1膜6行2管模式,一般选用2.05 m超宽膜;采用利于改善群体通风透光性的行株距配置,如(66+10) cm宽窄行或76 cm等行距,适当调控棉花的播种密度,一般为19.5万~24.0万株/hm²,既保证机采棉的高产优质,又便于管理和机械化作业,提高了植棉效率^[2]。新疆棉花典型的1膜6行种植模式如图1所示^[10]。

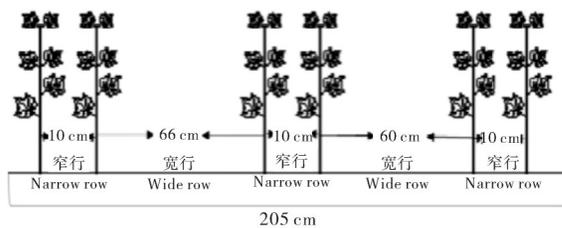


图1 新疆棉花典型的1膜6行种植模式

Fig.1 Typical planting pattern of cotton with 1 film and 6 rows in Xinjiang

1.2 新疆棉花生产现状

根据新疆统计年鉴数据,2011—2021年新疆棉花种植情况如图2所示。从图2可以看出,新疆棉花播种面积和产量总体呈增长趋势,2016—2018年增长速度最快,2018年以后基本趋于稳定,波动不大。

2021年中国棉花产区播种面积和产量(http://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202302/t20230203_1901299.html)如图3所示。由图3A可知,2021年新疆棉花播种面积250.61万hm²,约占全国的82.8%;由图3B可知,2021年新疆棉花总产量512.9万t,约占全国的89.5%。

近年来,新疆棉花以机械化采收为主线,集成秋

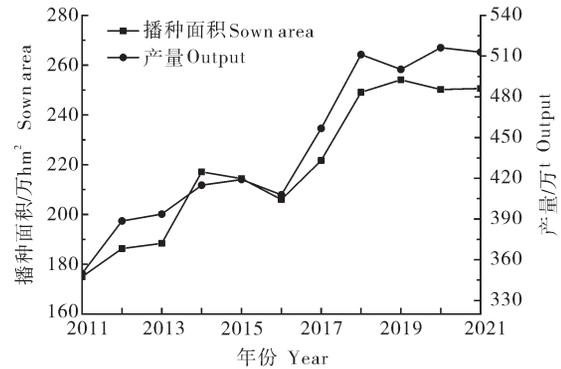


图2 2011—2021年新疆棉花种植情况

Fig.2 Cotton cultivation in Xinjiang from 2011 to 2021

后深耕、种床整备、种子处理、残膜清理、铺膜播种、水肥一体、化学调控、脱叶催熟、机械收获、籽棉储运、清理加工、品质检测、棉秆还田等关键技术,建立了农机农艺融合的棉花生产全程机械化技术体系,并实现了规模化推广应用,显著提升了棉花生产水平^[11-12]。2021年新疆采棉机保有量超过6300台,棉花机械化采收率超过80%,棉花耕种收综合机械化水平达94.49% (http://tuopin.ce.cn/news/202206/22/t20220622_37782384.shtml);新疆生产建设兵团棉花机采率超过94%,棉花耕种收综合机械化水平超过98%,是中国最大的机械化采棉基地,机械化水平居中国前列 (<http://www.xj.chinanews.com.cn/xinjiang/2022-01-05/detail-ihauinqn4847480.shtml>)。目前,新疆已经形成了集棉花生产、服务、流通、加工、销售等多个环节于一体的棉花产业体系。新疆棉花全程机械化的发展也为棉秆回收机械化的发展提供了良好的基础条件。

1.3 新疆棉秆资源现状

根据新疆全区和新疆生产建设兵团棉花种植模式及生产经验,棉秆平均产量按4500 kg/hm²测算^[13-14],棉秆产量随着种植面积的增加而增大。2011—2021年新疆棉秆产量如图4所示。经测算,2011年新疆棉秆总产量为737.10万t,2021年约为1127.75万t,增长率约为53%。

2 棉秆回收机械化现状

2.1 国外典型的棉秆回收机械

美国、印度、巴西、巴基斯坦、澳大利亚、乌兹别克斯坦等是国外主要的棉花生产和贸易大国。国外的棉秆处理方式主要有2种^[15]:一是田间粉碎还田,如美国棉花种植区秋季收花后将棉秆粉碎还田,或

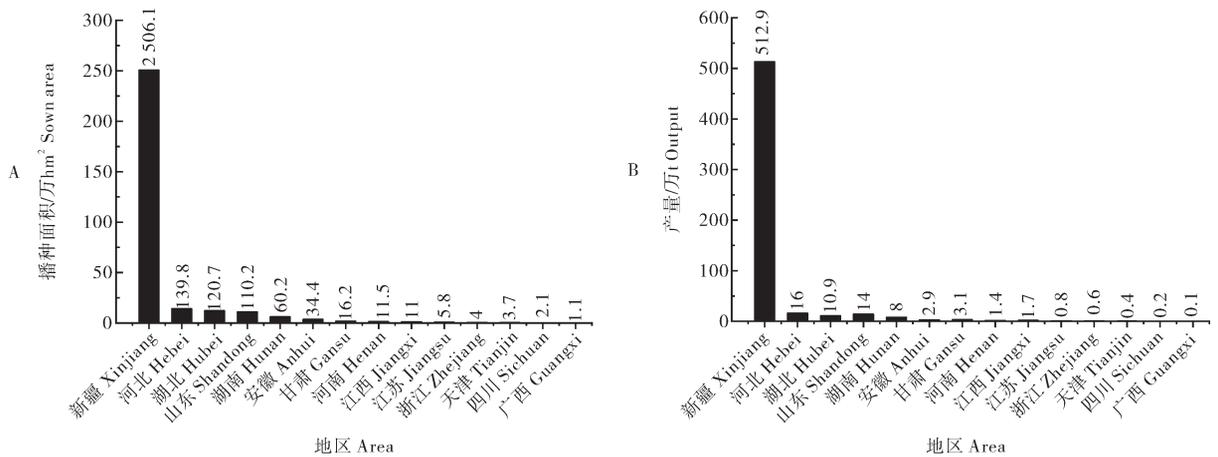


图3 2021年中国棉花产区播种面积(A)和产量(B)

Fig.3 Sown area(A) and output(B) of cotton production areas in China in 2021

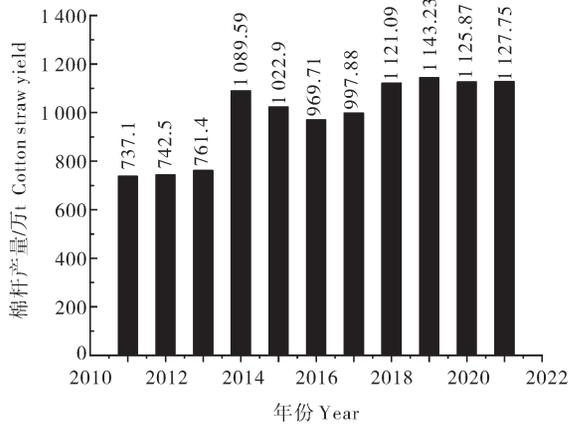


图4 2011—2021年新疆棉秆产量

Fig.4 Cotton straw yield in Xinjiang from 2011 to 2021

者将棉秸秆拔取后经粉碎散落于地表；二是收获，如俄罗斯、苏丹、乌兹别克斯坦等国家还用棉秆代替木材用于造纸、造板材等。

由于国外棉花多采用一年一作的等行距标准化

种植农艺，相应的棉秆回收机具主要以对行式为主，按照工作原理主要分为：铲切式、抛挖式和拔取式^[16]。机型包括拖拉机牵引式与悬挂式。这些机型中有的是单独铲、割、拔与铺条，有的是铲、割、拔与粉碎结合^[17]。国外典型的棉秆起拔收获机^[18-20]如表1所示。

2.2 国内典型的棉秆回收机械

我国早在1960年代就开始研制棉秆收获机，国内棉花产区的诸多相关科研院所都曾研制过棉秆收获机，但都未定型生产和推广应用^[21]。1990年代初，由于棉麦轮作种植技术的发展，棉花种植面积不断扩大，棉田实行个人承包，棉农迫切需要机械收获棉秆。新疆、山东等地的科研院所相继投入科研力量进行棉秆收获机械的研发，一些产品相继问世^[22-23]。我国早期的棉秆收获机主要以棉柴铲切和起拔功能为主，作业后的棉秆铺放在田间，需要二次收集；该类机具与拖拉机的挂接方式主要有前悬挂和后悬挂

表1 国外典型的棉秆起拔收获机

Table 1 Typical cotton straw puller in foreign countries

类型 Type	工作原理 Working principle	关键部件 Key component	优点 Advantage	缺点 Shortcoming	代表机型 Representative model
铲切式 Shovel cut type	与拖拉机悬挂，作业时先由挖根铲将棉秆根部铲断，再由拔秆辊将棉秆拔起，并经刀盘切碎后，沿输送管送到尾随的拖车上。	挖根铲和切碎刀盘	对行距要求不高，挖根较为彻底；能够将棉秆切碎还田或者离田回收。	入土切割挖根铲动力消耗较大、磨损快。	乌兹别克斯坦生产的KV-3.6A型和KV-4A型棉秆铲切机。
刨挖式 Planing and digging type	与拖拉机悬挂，作业时由双圆盘抛挖机构将棉秆根部土壤切开，棉秆随拔秆机构拔出后铺放田间。	双圆盘抛挖机构和拔秆机构(平行四连杆仿形)	根据需要可分别收获2、4、6和8行棉秆，对不同湿度棉秆适应性强；相对于铲切来说，动力消耗相对减小。	对行要求较高，需单独配套安装棉秆切碎装置。	美国生产的Dave Koenig和Orthman棉秆刨挖机。
拔取式 Pull-out type	与拖拉机悬挂，作业时由起拔器将棉秆连根拔起，拔取后直接将棉秆平铺在地上或切碎还田。	辊式起拔器	作业速度快、效率高，速度可达20 km/h以上，适于规模化、标准化种植的棉田。	对行要求高，机手长时间作业易疲劳，影响作业质量。	澳大利亚生产的Muti拔棉秆机和美国生产的ADAMAS拔棉秆切碎收获机。

2种方式,按照起拔部件结构可分为锄铲式(铲切式)、拔辊式、刀辊式、圆盘式、链夹式、齿盘式等形式^[24]。以上机型主要与小型拖拉机配套,起拔收获效率较低,后续人工装车、运输等作业环节费时费力且受地域影响,无法满足规模化生产需要,因此均没有得到广泛应用,未能形成定型产品在市场上推广。

我国早期研制的棉柴收获机械的“收获”,是指将摘拾完棉絮后扎根于土壤中并处于生长状态的棉柴,用铲切或提拔的方法使棉根脱离土壤^[25]。当时主要是“起拔收获”作业,并没有考虑到“联合收获”的问题,如起拔、捡拾、集条、粉碎、打捆、运输等一次完成。2000年以来,随着我国尤其是新疆地区植棉规模化和机械化水平的不断提高,棉秆回收机械化得到一定的发展,机型主要包括棉秆联合收获和棉秆粉碎压缩打捆收获2种作业方式。这2种方式都有效缩减了作业环节,提高了作业效率,节省了人工,减轻了劳动强度、降低了生产成本,同时改善了

作业环境。

由于新疆棉花高密度、规模化种植特点,新疆棉秆回收机械主要对地上部直立棉秆的切割粉碎收获,与国内其他棉区主要采取的全棉秆起拔收获不同。

1)棉秆箱式收获机。目前国内的棉秆箱式收获机主要采用自走式,割台分为切割型和捡拾型。切割型割台主要用于棉田地上部直立棉秆,收获根茬仍留在土壤中,棉秆割茬高度受割台离地间隙影响,离地间隙越大,回收的棉秆的含土、膜等杂质质量越小,但割茬高度越大,犁地后不利于第2年播种。离地间隙越小,割茬高度越小,但回收的秸秆含土、膜等杂质质量越大,不适合直接饲喂,也不利于饲料化加工。捡拾型割台主要用于全棉秆连根起拔后的棉秆,需与棉秆拔取机配合使用,即先将棉秆连根拔出晾晒后再捡拾收获,收获周期较长。国内典型的自走式棉秆箱式收获机如表2所示。

表2 国内典型的自走式棉秆箱式收获机

Table 2 Typical self-propelled cotton stalk box harvester in China

型号 Model number	整机结构图 Machine structure drawing	主要技术指标 Main technical index	关键技术与装置 Key technologies and devices	性能特点 Performance characteristics	文献 References
4MG-250		捡拾幅宽2 500 mm,作业效率0.4~0.8 hm ² /h,主茎切段长度≤60 mm,料箱容积7 m ³ 。	采用钉齿式捡拾台,重点突破了棉秆类冠状植株强制抓取和连续喂入技术;切碎装置采用滚筒式切碎器。	钉齿式捡拾台,适应性好。适用于我国长江流域、黄河流域棉区粗壮高大的棉秆拔出铺放晾晒后棉秆的捡拾粉碎装箱回收。	[26-29]
4MG-275		收割幅宽2 750 mm,其他指标与4MG-250型一致。	收割台采用往复式切割器,可将地上部的直立棉秆连续切割后通过滚筒式切碎器将棉秆切碎、抛送装箱回收。	可不对行收获,适用于新疆矮密棉花种植区直立棉秆的切割粉碎装箱回收,收割台可与捡拾台互换,能实现不同的收获模式。	[26,30]
4SZ-3000		作业幅宽3 000 mm,作业生产率0.33~1.00 hm ² /h,棉秆合格切碎长度≤120 mm,割茬高度≤150 mm。	收割台采用甩刀结构,两排刀片排列按“S”型双排交错排列;揉搓室的凹版可以上下调节,从而实现揉搓辊和凹版的间隙调节。	割台可选择性收获棉秆侧枝,并通过揉搓室可实现棉秆侧枝揉搓后装箱收获。适用于新疆矮密棉花种植区直立棉秆。	[31]
4MC-4		工作幅宽2 750 mm,最低割茬高度≤150 mm,作业效率0.40~0.67 hm ² /h。	采用齿盘式起拔装置,通过对向旋转拔出棉秆,再经过滚筒刀完成粉碎切割,最终由抛送装置送到收集箱内。	可一次性完成棉秆的拔出、捡拾、切碎、集箱等作业工序。适用于我国长江流域、黄河流域棉区粗壮高大的棉秆。	[32]

2)棉秆压缩打捆机。秸秆打捆机是秸秆资源综合利用过程中必不可少的装备。秸秆打捆机的作用是将作物收获后田间的秸秆进行捡拾(粉碎),再压缩成捆,以便于储存和运输。按照成捆的形状主要分为方捆打捆机和圆捆打捆机,其中方捆打捆机按

照成捆的大小又分为大方捆打捆机和小方捆打捆机。此外,按照牵引方式又可分为自走式打捆机和牵引式打捆机。根据压缩方式不同可分为机械压缩和液压缩^[7]。相对而言,棉秆压缩打捆收获可以克服箱式收获的缺点,能够将棉秆粉碎并压缩成形状

规则的高密度圆捆或者方捆,在很大程度上节省了储存空间,提高了单次运输量。近年来,国内外的不同型号秸秆打捆机陆续在国内棉秆回收方面得到试验示范和推广应用。

2000年以来,新疆地区大力发展畜牧业,牧草和秸秆需求不断攀升,国产打捆机随之得到广泛应用,普遍采用拖拉机牵引式小型方捆打捆机^[33-35]。其中,应用于新疆直立或倒伏棉秆切割粉碎回收打捆作业要求的机型,主要包括潍柴雷沃MF6045型、湖北玉龙YLYQ-1950型、内蒙古华德9YFG-2.2型、德沃9YQ-2200型(单轴)和9YQ-2200A型(双轴)等品牌。该类机型可以一次完成棉秆的自动切割捡拾、揉碎、压缩成型、打结捆扎等作业工序。为了保证产品质量,其核心部件打结器普遍采用德国进口的RASSPE(拉斯博)公司生产的D型打结器^[36],进口价格为4 500元/个,每台打捆机需要安装2个。因棉秆木质化程度高,相对于牧草和稻麦、玉米等秸秆而

言,粉碎、压缩装置使用周期较短,长时间作业易产生故障或损坏零部件。

近年来,随着畜牧养殖要求的不断提高和打捆技术的不断发展,田间秸秆粉碎除尘打捆机逐渐成为市场新产品,以新疆农垦科学院和黑龙江德沃科技开发有限公司联合研制的9YQ-2200S双喷除尘方捆打捆机为例^[37]。该机可一次性完成自动捡拾、粉碎、除土、揉搓、输送、除尘、压实、出包,秸秆揉搓强、除尘好、效率高、成本低,最高作业效率可达7捆/min,作业成本1~1.5元/捆,每捆质量15~20 kg(可调),适用于牧草、玉米、小麦、大豆、高粱和棉花等秸秆粉碎除尘打捆回收,回收的棉秆可直接饲喂牛羊,适口性好,减少了棉秆饲料浪费。该机采用德国RASSPE公司D型打结器,打结器轴采用直径35 mm大轴径,确保对玉米粗大茎节、棉秆等硬质秸秆回收打捆时的稳定性和可靠性。国内典型的棉秆压缩打捆机如表3所示。

表3 国内典型的棉秆压缩打捆机

Table 3 Typical domestic cotton straw compression baler

打捆方式 Baling method	整机结构图 Machine structure drawing	主要技术指标 Main technical index	关键技术与装置 Key technologies and devices	性能特点 Performance characteristics	文献 References
圆捆 Round bale		割台幅宽2 700 mm,草捆外形尺寸(直径×长度)1 500 mm×1 230 mm,生产率1.0~1.3 hm ² /h,收净率90%。	主要由割台、过桥、驾驶台、底盘、第一滚筒及凹板、第二滚筒及凹板、发动机装配、换向装置、中间输送装置、后中间传动、强制喂入机构、前压缩室、后压缩室等部分组成。	可1次完成收割、揉搓、打捆一体化作业;可装配不同的喂入机构,适合棉秆等多种作物秸秆的收获打捆。	[38]
方捆 Square bundle		收获幅宽2 300 mm,行进速度2~7 km/h,棉秆拔净率97.8%,压捆密度159.3 kg/m ³ 。	不对行拔秆辊关键部件是拔除棉秆的齿板,齿板通过螺栓固定在不对行拔秆辊轴上,其主要参数为齿宽和齿型角。	可实现棉秆的不对行整株拔除作业;采用滚筒式铡切装置将棉秆长度切断成(20±5) cm,实现棉秆先切断后压缩打捆作业。	[27,39]
方捆 Square bundle		收获幅宽3 000 mm,棉秆回收率93.8%,打捆密度145.3 kg/m ³ ,成捆率96.1%,规则草捆率98.6%。	自走式联合机械压缩方捆打捆机,主要包括自走底盘、不对行拔秆台、输送链板、压缩打捆装置等。	可一次性完成棉秆拔除、输送、切断、压缩和打捆等作业。	[40-41]
方捆 Square bundle		捡拾宽度2 200 mm,工作生产率≥2 000 kg/h,草捆密度≥100 kg/m ³ ,成捆率≥98%,规则草捆率≥95%。	切割揉碎装置采用锤爪式捡拾结构,锤爪与定刀对棉秆1次切碎后,经过绞龙输送到两侧粉碎揉丝箱,粉碎揉丝装置可对棉秆进行第2次切碎、揉丝。	高转速的捡拾轴与经过外形优化设计的硬质合金锤爪组合使用,高速旋转时风力大,对秸秆吸附力好,捡拾干净。	[42]
方捆 Square bundle		捡拾宽度2 220 mm,生产率3~6 t/h,草捆密度≥100 kg/m ³ ,成捆率≥98%,规则草捆率≥95%。	双喷除尘(雪)装置,绞龙及筛板配合除土,横置式圆柱形除尘装置使秸秆进入时沿切线运动,除尘能力更强、效果更好。	可实现棉秆4次除尘2次粉碎揉丝,可直接饲喂;双侧粉碎揉丝不堵塞、效率高。	[43-44]

3 存在的问题

棉秆作为一种重要的农业可再生资源,其利用价值越来越受到人们的关注。现阶段我国棉秆回收机械化程度低、收储运体系不完善是制约棉秆综合利用的瓶颈问题。我国棉秆回收机械研究与应用相对较晚,一些核心关键技术还不够成熟,现有机型尚未实现大规模推广应用,仍需要不断改进和提高机具作业性能。

3.1 棉秆回收机械研发与创新不足

1)棉秆机械粉碎回收动力消耗大。由于我国不同区域棉花品种和种植模式差异性较大,棉秆的生长量和主秆粗细不一致,而且棉秆枝杈多、木质化程度较高,相比于玉米、稻麦等粮食秸秆的收获难度大。早期的棉秆回收机具主要以整株起拔为主,需要二次人工捡拾或者机械捡拾离田,增加了设备投入量和工作量,回收效率较低、作业成本较高。因此,不适合于新疆地区规模化棉田作业。

棉秆作为一种硬质茎秆,具有木质化程度较高、韧皮纤维丰富等特点^[18]。目前,通用的秸秆粉碎装置在对棉秆的粉碎过程中,由于部分粗大棉秆无法有效切断而造成堵刀现象,而且粉碎刀具磨损较快,又会造成棉秆粉碎质量降低、能耗增大和粉碎效率下降^[45]。同时,棉秆在压缩打捆时,不仅消耗动力较大,而且压捆密度较低,因此在进行压缩时必须对棉秆进行预处理,如铡切和揉搓^[7]。

2)棉秆打捆机关键核心技术仍需持续攻关。欧美发达国家的农作物秸秆收集,主要以打捆机械为主,包括圆捆机和方捆机(<http://finance.people.com.cn/GB/n1/2021/0708/c1004-32151804.html>)。主要生产家有约翰迪尔、凯斯、库恩、克拉斯等,机型多为大中型,配套动力一般在110 kW以上,其自动化、智能化程度较高,拥有打结器等关键核心技术。国内进口机型售价100万~300万元,价格昂贵,主要适合我国东北、新疆和内蒙古等地区的大田地块使用。

国产打捆机与国外知名公司的新产品和新技术还有一定差距。近年来,虽然我国生产的小型打捆机与国外产品在功能和外形上很接近,但是由于国产打捆机技术不成熟,设计理论不完善,长期处于模仿国外打捆机阶段,打结器等关键核心技术部件仍主要依赖于进口,国产打捆机的工作质量和使用寿命尚不能与国外知名品牌机型相媲美,因此,目前的国产打捆机尚未真正意义上实现完全国产化。

目前,棉秆压缩打捆理论基础研究不足,关键核

心技术仍需持续攻关。我国现有的棉秆联合压捆收获机大多是根据经验对现有的稻麦压捆机械进行改造而成,相对于粮食作物秸秆回收作业,可靠性较低、故障率较高,零部件容易磨损,零部件及整机使用寿命较短,因此折旧成本较高,很多农机户不愿意进行棉秆回收作业。

3)适合新疆棉秆(残膜)高效回收的机械缺乏。棉秆根茎较硬、不易腐烂,在土壤中存留时间较长,不能满足精细耕作农艺要求,而且棉秆根系中含有作物致病菌,对来年棉花生长有影响,因此从农艺上应该将棉秆连根拔除^[17]。新疆棉花普遍采用铺膜种植,机采棉之后需要进行秸秆还田或者离田回收,同时应该完成残膜回收^[46]。因此,棉秆回收机械研发应该结合残膜回收要求,但目前鲜有新疆全株棉秆离田回收与残膜回收联合作业机具的有关研究与应用报道。

3.2 棉秆收储运体系不完善

秸秆收储运的关键环节仍然是秸秆的机械化收储^[47-48]。虽然新疆农作物秸秆资源总量高,但其可资源化利用密度低,加之受制于秸秆利用主体以农户分散利用为主的特性,使得秸秆收集运输成本相对较高,规模化市场收运服务主体缺乏,秸秆收储运体系不完善^[49],尤其是棉秆的回收利用发展滞后,缺乏配套的离田回收利用技术模式,配套加工设备与基础处理设施不到位、市场运作力度不够,收储运专业队伍欠缺、机械化水平落后,农民积极性不高,影响了棉秆回收机械的推广应用,导致棉秆回收率低,限制了棉秆综合利用的产业化发展。

4 棉秆回收机械化发展趋势及对策建议

4.1 发展趋势

国家发展和改革委员会2021年发布《“十四五”循环经济发展规划》(http://www.moa.gov.cn/gov-public/ZZYGLS/202201/t20220113_6386808.htm)提出,到2025年我国资源循环型产业体系基本建立,覆盖全社会的资源循环利用体系基本建成,主要资源产出率比2020年提高约20%,农作物秸秆综合利用率保持在86%以上。在农业领域,通过加强农林废弃物资源化利用,加强废旧农用物资回收利用,推行循环型农业发展模式,深化农业循环经济发展,建立循环型农业生产方式。

2021年12月29日,国家农业农村部发布了《“十

四五”全国种植业发展规划》,在棉花种植方面提出:到2025年,全国棉花播种面积稳定在320万 hm^2 左右,产量590万t左右,高品质棉占比达到45%左右。目前,新疆棉花种植面积超过全国的80%,产量约占全国的90%,规模化程度高,机械化水平全国领先。因此,棉秆回收机械化发展主要看新疆。随着新疆棉花全产业链的不断发展和完善,棉花副产物离田综合利用必然成为发展方向,而棉秆离田回收机械化作为必不可少的关键环节,势必成为发展重点。棉秆回收机械的主要发展趋势为机型多样化、功能集成化、作业高效化、操作智能化。

4.2 对策建议

1)加强棉秆回收机械研发创新力度,突破核心关键技术。当地政府应大力支持和加大研发投入,根据新疆棉花产业高质量发展需求出台政策,从技术、资金等方面给予支持和引导,结合新疆矮密植棉特点和规模化作业要求,加强农机农艺融合和产学研联合创新攻关,鼓励开展引进消化吸收再创新,充分利用重点建设项目和振兴重点产业结构形成的市场经济需求,加快推进棉秆回收机械自主研发进度,重点解决基础研究薄弱环节,突破核心关键技术,研发多样化、系列化机型。设立专项资金追踪国际先进技术,重点引进和推广国内外先进实用的新技术与新装备,加强自动化、智能化高新技术研究,不断提高棉秆回收技术装备水平。对于新疆自治区一些分散的小块棉田,研发小型棉秆起拔粉碎压缩打捆机,其投入小,农户容易接受;而对于新疆生产建设兵团规模化棉田,应开发大型高效自走式/牵引式棉秆联合收获机和粉碎压缩打捆机,突破棉秆低能耗高效粉碎、膜杂清除、高密度压缩打捆、自动捆扎打结等关键核心技术,实现多功能集成、高效作业和智能化控制。

大型高效方捆机和不间断打捆的高效圆捆机是当前亟待重点研发的机型。其中,大型方捆机可以借鉴欧美知名品牌,如美国麦赛福格森(Massey Ferguson)公司的MF2270XD大方捆打捆机、德国科罗尼(Krone)公司的BiGPack 1290 XC高速大方捆打捆机等。不间断打捆的高效圆捆机可借鉴美国威猛公司、德国科罗尼公司的成熟技术产品。经过田间试验证明,使用这种不间断打捆机与现有打捆机相比,可增效50%^[50]。

此外,可以借鉴德国科罗尼公司生产的Premos 5000自走式秸秆颗粒联合收获机,该机可直接将田

间秸秆回收并加工成颗粒,相当于移动的小型加工厂。既能作为移动式颗粒收获机,又能作为固定式作业颗粒机^[51],可充分利用秸秆资源,压制高质量的高纤维颗粒物料,可作为理想的养殖场铺床物料、动物饲料、生物燃料和工业原料。

2)完善棉秆收储运体系建设,建立棉秆离田回收利用技术模式。棉秆综合利用的前提条件是实现高效收获,并便于储存和运输。因此,为提高棉秆的综合利用率,不仅要解决棉秆的机械化收获问题,还必须使棉秆收获后有利于储存和运输。目前,棉秆离田回收循环利用过程中存在秸秆收集困难、运输成本高、储存条件要求高等问题^[52],迫切需要研发新技术、新装备,同时需要完善棉秆收储运体系建设,建立棉秆离田回收利用技术模式。棉秆综合利用需要从技术层面着手构建循环链条,严格落实国家颁布的各项政策,切实提高棉秆综合利用率^[3]。一是要积极开展棉秆综合利用技术标准体系研究,建立科学合理的棉秆综合利用技术模式,可借鉴欧美国家成熟的秸秆收储运技术模式。在棉秆收割、打捆、储运三大环节中,不仅要考虑收储运效率,还要考虑其生产成本以及对环境的影响,以促进棉秆收储运技术模式的可持续发展。二是加大棉秆收储运专项资金投入,有序推进棉秆机械化回收及产业化利用进程,建立棉秆收储运体系与农民利益联结机制,加强政策扶持引导、宣传推广和技术培训,从而建立稳定持续的收储运机制。

5 结 语

新疆是我国最大的棉花产区 and 优质商品棉生产基地,棉秆资源丰富,是重要的农业可再生资源。本研究通过查阅相关文献资料,结合实地调研,以新疆棉秆回收机械化现状为主要研究对象,归纳总结国内外典型的棉秆回收机械研究与应用现状,系统分析我国棉秆回收机械的特点、存在问题和发展趋势,指出现阶段我国棉秆回收机械化程度低、收储运体系不完善是制约棉秆综合利用的瓶颈问题,提出要加强棉秆回收机械研发创新力度,突破核心关键技术;完善收储运体系建设,建立离田回收利用技术模式。目前,加快推进秸秆综合利用实现秸秆的资源化、商品化,是我国促进资源节约、环境保护和农民增收的重大举措。棉秆回收机械化是新疆秸秆资源化、商品化的重要环节,对于提高棉秆收获机械化水平和离田综合利用率、改善生态环境和提高经济效

益具有重要的现实意义。因此,多措并举加快棉秆回收机械的研究与应用是当前保障新疆棉花产业高质量和可持续发展的重要途径和必然选择。

参考文献 References

- [1] 陈传强,蒋帆,张晓洁,等.我国棉花生产全程机械化生产发展现状、问题与对策[J].中国棉花,2017,44(12):1-4.CHEN C Q,JIANG F,ZHANG X J,et al.The present situation,problems and countermeasures of mechanized production of cotton in China[J].China cotton,2017,44(12):1-4(in Chinese).
- [2] 王刚,陈兵,王旭文,等.新疆棉花生产全程机械化机艺融合技术[J].中国棉花,2022,49(3):24-26.WANG G,CHEN B,WANG X W,et al.The whole-process mechanization technology by integrating agricultural machinery with agronomy in Xinjiang cotton[J].China cotton,2022,49(3):24-26(in Chinese).
- [3] 白志刚,刘帅,胡启星,等.棉花秸秆利用的主要途径及存在的问题[J].棉花科学,2021,43(5):11-15.BAI Z G,LIU S,HU Q X,et al.Main ways and problems of cotton straw utilization[J].Cotton sciences,2021,43(5):11-15(in Chinese with English abstract).
- [4] 刘毅.新疆农作物秸秆综合利用率超90%[N].新疆日报,2022-05-30(1).LIU Y. The comprehensive utilization rate of crop straw in Xinjiang exceeded 90 percent[N].Xinjiang Daily,2022-05-30(1)(in Chinese).
- [5] 靳惠怡.水泥窑替代燃料:新疆棉花秸秆规模化综合利用新选择[J].中国建材,2021,70(12):49.JIN H Y.Alternative fuel for cement kilns:a new choice for large-scale comprehensive utilization of cotton stalk in Xinjiang[J].China building materials,2021,70(12):49(in Chinese).
- [6] 张晓庆,王梓凡,参木友,等.中国农作物秸秆产量及综合利用现状分析[J].中国农业大学学报,2021,26(9):30-41.ZHANG X Q,WANG Z F,SHEN M Y,et al.Analysis of yield and current comprehensive utilization of crop straws in China[J].Journal of China Agricultural University,2021,26(9):30-41(in Chinese with English abstract).
- [7] 廖培旺,王仁兵,宫建勋,等.中国棉秆压捆收获技术与装备现状[J].湖北农业科学,2022,61(7):119-124,164.LIAO P W,WANG R B,GONG J X,et al.Cotton stalk baled harvest technology and equipment status in China[J].Hubei agricultural sciences,2022,61(7):119-124,164(in Chinese with English abstract).
- [8] 朱晓芳,官瑞,张俊瑜.棉花秸秆在反刍动物中饲料化利用的研究进展[J].草食家畜,2020(4):20-23.ZHU X F,GUAN R,ZHANG J Y.Research progress on feed utilization of cotton straws in ruminants[J].Grass-feeding livestock,2020(4):20-23(in Chinese with English abstract).
- [9] 凌一波,薛颖昊,王家平,等.近20年来新疆农作物秸秆资源量变化、现状分析及综合利用探讨[J].中国农业资源与区划,2023,44(1):130-139.LING Y B,XUE Y H,WANG J P,et al.Analysis and discussion on the change character,changes,current status and comprehensive utilization of crop straw resources in Xinjiang in recent 20 years[J].Chinese journal of agricultural resources and regional planning,2023,44(1):130-139(in Chinese with English abstract).
- [10] 娄善伟,董合忠,田晓莉,等.新疆棉花“矮、密、早”栽培历史、现状和展望[J].中国农业科学,2021,54(4):720-732.LOU S W,DONG H Z,TIAN X L,et al.The “short,dense and early” cultivation of cotton in Xinjiang: history, current situation and prospect[J].Scientia agricultura sinica,2021,54(4):720-732(in Chinese with English abstract).
- [11] 武建设,陈学庚.新疆兵团棉花生产机械化发展现状问题及对策[J].农业工程学报,2015,31(18):5-10.WU J S,CHEN X G.Present situation,problems and countermeasures of cotton production mechanization development in Xinjiang Production and Construction Corps[J].Transactions of the CSAE,2015,31(18):5-10(in Chinese with English abstract).
- [12] 陈学庚,温浩军,张伟荣,等.农业机械与信息技术融合发展现状与方向[J].智慧农业(中英文),2020,2(4):1-16.CHEN X G,WEN H J,ZHANG W R,et al.Advances and progress of agricultural machinery and sensing technology fusion[J].Smart agriculture,2020,2(4):1-16(in Chinese with English abstract).
- [13] 张佳喜,刘阿朋,李骅,等.棉花秸秆炭微波裂解生产设备研制[J].农业工程学报,2020,36(8):219-225.ZHANG J X,LIU A P,LI H,et al.Development of microwave pyrolysis equipment for cotton stalk carbon[J].Transactions of the CSAE,2020,36(8):219-225(in Chinese with English abstract).
- [14] 张佳喜,汪珽珺,陈明江,等.齿盘式棉秆收获机的设计[J].农业工程学报,2019,35(15):1-8.ZHANG J X,WANG T J,CHEN M J,et al.Design of toothed disc cotton stalk harvester[J].Transactions of the CSAE,2019,35(15):1-8(in Chinese with English abstract).
- [15] 张佳喜,叶菲.我国棉花秸秆收获装备现状分析[J].农机化研究,2011,33(8):241-244.ZHANG J X,YE F.Analysis of cotton-stalk harvesting equipment present situation in our country[J].Journal of agricultural mechanization research,2011,33(8):241-244(in Chinese with English abstract).
- [16] 王振伟.不对行棉秆收获台的研究与设计[D].淄博:山东理工大学,2014.WANG Z W.The design and research on cotton stalk pulling head with regardless of row[D].Zibo:Shandong University of Technology,2014(in Chinese with English abstract).
- [17] 李树君.农作物秸秆收集技术与装备[M].北京:科学出版社,2015:58.LI S J.Crop straw collect technology and equipment[M].Beijing:Science Press,2015:58(in Chinese).
- [18] 张衍增.乌兹别克斯坦研制的棉秆挖根切碎机[J].新疆农机化,1995(S1):68-69.ZHANG Y Z.Cotton stalk root-digging

- chopper developed by Uzbekistan [J]. Xinjiang agricultural mechanization, 1995(S1):68-69(in Chinese).
- [19] 李树君,杨炳南,王俊友,等.主要农作物秸秆收集技术发展[J].农业机械,2008(16):23-26.LI S J, YANG B N, WANG J Y, et al. Development of straw collection technology for main crops[J]. Farm machinery, 2008(16):23-26(in Chinese).
- [20] 董世平,吕黄珍,王锋德,等.国内外棉花秸秆收获技术发展状况[C]//中国农业机械学会.走中国特色农业机械化道路:中国农业机械学会2008年学术年会论文集(上册).济南:中国农业机械学会,2008:334-336. WANG J Y, DONG S P, LV H Z, et al. Development of cotton straw harvesting technology at home and abroad[C]//Chinese Society for Agricultural Machinery. Taking the road of agricultural mechanization with Chinese characteristics proceedings of 2008 academic annual conference of Chinese Society for Agricultural Machinery (V1). Ji'nan: Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008:34-336(in Chinese with English abstract).
- [21] 张凤元.我国棉柴收获机械的研究历史及现状[J].山东农机,1996(4):4-5. ZHANG F Y. Research history and present situation of cotton stalk harvesting machinery in China [J]. Shandong agricultural machinery, 1996(4):4-5(in Chinese with English abstract).
- [22] 王桂盛,贡献,陈胜达,等.4MC-4型棉柴收获机的研制[J].粮油加工与食品机械,1999(6):23-25. WANG G S, GONG X, CHEN S D, et al. Development of 4MC-4 cotton and wood harvester [J]. Machinery for cereals, oil and food processing, 1999(6):23-25(in Chinese).
- [23] 陈明江,平英华,曲浩丽,等.棉秆机械化收获技术与装备现状及发展对策[J].中国农机化,2012,33(5):23-26. CHEN M J, PING Y H, QU H L, et al. Status and development countermeasures of mechanized cotton-stalk harvesting technologies and equipments [J]. Chinese agricultural mechanization, 2012,33(5):23-26(in Chinese with English abstract).
- [24] 沈茂,张国忠,周勇,等.我国棉柴机械收获技术现状综述[J].农机化研究,2009,31(5):1-5. SHEN M, ZHANG G Z, ZHOU Y, et al. The review of the mechanization technology for cotton stalk harvesting in our country [J]. Journal of agricultural mechanization research, 2009, 31(5):1-5(in Chinese with English abstract).
- [25] 张凤元,程建莹.我国棉柴收获机械的农艺要求及类型[J].粮油加工与食品机械,1999(1):6,10. ZHANG F Y, CHENG J Y. Agronomic requirements and types of cotton and firewood harvesting machinery in China [J]. Machinery for cereals, oil and food processing, 1999(1):6,10(in Chinese).
- [26] 王锋德,陈志,董世平,等.自走式棉秆联合收获机设计与试验[J].农业机械学报,2009,40(12):67-70,66. WANG F D, CHEN Z, DONG S P, et al. Exploiture and experiment of self-walking cotton-stalk combine harvester [J]. Transactions of the CSAM, 2009, 40(12):67-70,66(in Chinese with English abstract).
- [27] 李树君,王俊友,董世平,等.自走式植物茎秆拾捡联合收获机:CN101720599A [P]. 2010-06-09. DONG S P, FANG X F, HAN Z D, et al. Self-propelled plant haulm-pickup combined harvester:CN101720599A [P]. 2010-06-09(in Chinese).
- [28] 王锋德,燕晓辉,董世平,等.我国棉花秸秆收获装备及收储运技术路线分析[J].农机化研究,2009,31(12):217-220. WANG F D, YAN X H, DONG S P, et al. The analysis of cotton-stalk harvest equipment and collection-carry-store technical routes [J]. Journal of agricultural mechanization research, 2009, 31(12):217-220(in Chinese with English abstract).
- [29] 董世平,王锋德,邱灶杨,等.棉花秸秆联合收获机械的开发与应用[J].中国科技成果,2009,10(22):49-51. DONG S P, WANG F D, QIU Z Y, et al. Development and application of cotton straw combine harvester [J]. China science and technology achievements, 2009, 10(22):49-51(in Chinese).
- [30] 朱应德.一种自走式联合收割机:CN211671389U [P]. 2020-10-16. ZHU Y D. Self-propelled combine harvester: CN211671389U [P]. 2020-10-16(in Chinese).
- [31] 朱海涛,吕建文,刘军,等.4SZ-3000型自走式饲料收获机的研制[J].新疆农机化,2018(2):27-28. ZHU H T, LV J W, LIU J, et al. Developing of 4SZ-3000 self-propelled silage harvester [J]. Xinjiang agricultural mechanization, 2018(2):27-28(in Chinese with English abstract).
- [32] 武聪颖.关注棉秆收获机械化:中农博远棉柴粉碎收获机现场演示会在冀州召开[J].农业机械,2012(35):15. WU C Y. Pay attention to the mechanization of cotton stalk harvesting: the live demonstration of Zhongnong Boyuan cotton and firewood crushing harvester was held in Jizhou [J]. Farm machinery, 2012(35):15(in Chinese).
- [33] 李炳辉.雷沃MF6045粉碎型打捆机[J].农业机械,2020(10):31. LI B H. Revo MF6045 crushing baler [J]. Farm machinery, 2020(10):31(in Chinese).
- [34] 赵新华.9YFG-2.2型秸秆切割揉碎方捆压捆机的应用[J].农村科技,2015(2):75-76. ZHAO X H. Application of 9YFG-2.2 straw cutting and kneading square bundle press [J]. Rural science & technology, 2015(2):75-76(in Chinese).
- [35] 谢民生.伊犁州探索五种玉米秸秆机械回收模式[J].农机科技推广,2015(1):27,29. XIE M S. Exploring five mechanical recovery modes of corn stalks in Yili Prefecture [J]. Agriculture machinery technology extension, 2015(1):27,29(in Chinese).
- [36] 李凤鸣,赵小娟,翟改霞.D型打结器关键部件及工作原理[C]//中国农业机械学会.2012中国农业机械学会国际学术年会论文集.杭州:中国农业机械学会,2012:624-628. LI F M, ZHAO X J, ZHAI G X. Key components and working principle of type D knotter [C]//Chinese Society for Agricultural Machinery. Proceedings of 2012 international academic conference of Chinese Society for Agricultural Machinery. Hangzhou: Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012:624-628(in Chinese with English abstract).

- [37] 沈亮,卜凡余,吴景文,等. 双侧送料、双侧压缩、双侧出捆的液压打捆机: CN112088662A [P]. 2020-12-18. SHEN L, BU F Y, WU J W, et al. Hydraulic baler capable of achieving double-side feeding, double-side compression and double-side bale discharging: CN112088662A [P]. 2020-12-18 (in Chinese).
- [38] 孙延智,依马木玉,李林,等. 4KYZ-2.7型自走式秸秆圆捆收获机的研制[J]. 新疆农机化, 2018(3): 7-8. SUN Y Z, Yimamuyu, LI L, et al. Developing of 4KYZ-2.7 self-propelled straw round bundle harvester[J]. Xinjiang agricultural mechanization, 2018(3): 7-8 (in Chinese with English abstract).
- [39] 张爱民,廖培旺,陈明江,等. 自走式不对行棉秆联合收获打捆机的设计与试验[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(9): 127-138. ZHANG A M, LIAO P W, CHEN M J, et al. Design and experiment of self-propelled non-aligned cotton stalk combined harvest baler [J]. Journal of China Agricultural University, 2019, 24(9): 127-138 (in Chinese with English abstract).
- [40] 王欢成,刘玉京,张爱民,等. 一种自走式不对行棉秆联合收获打捆机: CN204031814U [P]. 2016-01-06. WANG H C, LIU Y J, ZHANG A M, et al. Self-propelled non-alignment cotton stalk combined harvesting and bundling machine: CN204031814U [P]. 2016-01-06 (in Chinese).
- [41] 廖培旺,嵯冬玲,付春香,等. 自走式棉秆联合收获打捆机改进设计与试验[J]. 中国农机化学报, 2021, 42(7): 19-25. LIAO P W, ZHUO D L, FU C X, et al. Improve design and test of self-propelled cotton stalk combine harvest baler [J]. Journal of Chinese agricultural mechanization, 2021, 42(7): 19-25 (in Chinese with English abstract).
- [42] 沈亮,李景岩,冯彦辉,等. 具有秸秆切碎功能的方捆打捆机: CN205993143U [P]. 2017-03-08. SHEN L, LI J Y, FENG Y H, et al. Square bundle bundling machine with straw cuts up function: CN205993143U [P]. 2017-03-08 (in Chinese).
- [43] 李俊,徐俊,高作祥,等. 一种带双侧揉搓双侧除尘装置的方捆打捆机: CN213548461U [P]. 2021-06-29. LI J, XU J, GAO Z X, et al. Square bundle bundling machine with double-side rubbing and double-side dust removal device: CN213548461U [P]. 2021-06-29 (in Chinese).
- [44] 孙玉峰,陈志,董世平,等. 4MG-275型自走式棉秆联合收获机切碎装置的研究[J]. 农机化研究, 2012, 34(6): 13-16, 21. SUN Y F, CHEN Z, DONG S P, et al. Study on cutter mechanism of 4MG-275 self-walking cotton-stalk combine harvester [J]. Journal of agricultural mechanization research, 2012, 34(6): 13-16, 21 (in Chinese with English abstract).
- [45] 丁翔文,张树阁,王俊友. 德国和丹麦农作物秸秆利用技术与装备考察报告[J]. 农机科技推广, 2009(12): 51-55. DING X W, ZHANG S G, WANG J Y. Investigation report on utilization technology and equipment of crop straw in Germany and Denmark [J]. Agriculture machinery technology extension, 2009(12): 51-55 (in Chinese).
- [46] 丁凡,吕军,刘勤,等. 我国棉花主产区变化与地膜残留污染研究[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(6): 60-67. DING F, LU J, LIU Q, et al. Migration of cotton planting regions and residual pollution of mulch film in China [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2021, 40(6): 60-67 (in Chinese with English abstract).
- [47] 崔蜜蜜,蒋琳莉,颜廷武. 基于资源密度的作物秸秆资源化利用潜力测算与市场评估[J]. 中国农业大学学报, 2016, 21(6): 117-131. CUI M M, JIANG L L, YAN T W. Potential evaluation and market assessment on crop straw resource utilization based on resource density [J]. Journal of China Agricultural University, 2016, 21(6): 117-131 (in Chinese with English abstract).
- [48] 盛凯,赵翔,张衍林,等. 青贮秸秆高压压缩比打包机压缩装置的设计与试验[J]. 华中农业大学学报, 2021, 40(2): 245-252. SHENG K, ZHAO X, ZHANG Y L, et al. Design and test of compression device of silage straw baler with high compression ratio [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2021, 40(2): 245-252 (in Chinese with English abstract).
- [49] 李军,胡俊男,于珍珍,等. 秸秆收储运技术研究现状及发展趋势分析[J]. 现代化农业, 2021(4): 61-64. LI J, HU J N, YU Z Z, et al. Research status and development trend analysis of straw harvesting, storage and transportation technology [J]. Modernizing agriculture, 2021(4): 61-64 (in Chinese).
- [50] 佚名. Ultima: Krone 不间断作业的圆捆打捆机[J]. 农业机械, 2011(36): 13-14. Anon. Ultima: Krone round bundle bundle machine with continuous operation [J]. Farm machinery, 2011(36): 13-14 (in Chinese).
- [51] 瑞海农牧装备. 瑞海-科罗尼 Premos 5000 移动式颗粒联合收获机[J]. 农业机械, 2020(8): 31. Ruihai Agriculture and Animal Husbandry Equipment. Ruihai-Coroni Premos 5000 mobile particle combine harvester [J]. Farm machinery, 2020(8): 31 (in Chinese).
- [52] 赵树琪,李蔚,戴宝生,等. 棉花秸秆综合利用现状分析[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(12): 2201-2203. ZHAO S Q, LI W, DAI B S, et al. The analysis of comprehensive utilization present situation of cotton stalk [J]. Hubei agricultural sciences, 2017, 56(12): 2201-2203 (in Chinese with English abstract).

Situation and strategies of mechanization in recycling of cotton stalk in Xinjiang

SHEN Congju¹, GUO Huijing¹, DAI Yameng², LI Fan²,
CAO Silin², JIN Xinwen¹, SHEN Liang³, DENG Yu³

1.*Institute of Agricultural Products Processing, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Shihezi 832000, China*; 2.*Institute of Mechanical Equipment Research, Xinjiang Academy of Agricultural Reclamation Sciences, Shihezi 832000, China*;
3.*Dewo Science & Technology Development Co. Ltd., Heilongjiang, Harbin 150030, China*

Abstract Xinjiang is the largest cotton producing area and production base of cotton with high-quality in China, with the planting area and yield ranking first in China. Cotton stalk, as the main by-product of cotton, is an important renewable resource in agriculture, and its value of utilization has attracted more and more attention. The mechanization in recycling cotton stalk is the primary link in the collection, storage, and transportation of cotton stalks, and is a prerequisite for ensuring the comprehensive utilization of cotton stalks out of the field. Solving problems of the mechanization in recycling cotton stalk has important practical significance for improving its comprehensive utilization rate and the ecological environment, and increasing economic benefits. The situation of cotton production and resources of cotton stalk in Xinjiang were analyzed by reviewing the relevant literature, combined with field investigation and project study. The situation of research and application of the typical machinery for recycling cotton stalks at home and abroad was overviewed. The types, key technologies, performance characteristics, problems, and trends of the machinery for recycling cotton stalks in China were summarized. It was pointed out that the low level of mechanization in recycling cotton stalks and the imperfect system of collecting, storing and transporting cotton stalks in China are the bottleneck issues that restrict the comprehensive utilization of cotton stalks at present. It is proposed to strengthen the innovation of the mechanization in recycling cotton stalk and break through the core key technologies. At the same time, the system of the collection, storage, and transportation of cotton stalks should be established and improved. The technology model for recycling and utilization of cotton stalks out of field should be constructed.

Keywords cotton stalks; mechanized recycling; cotton straw recycling machinery; cotton straw baler; off field recycling

(责任编辑:陆文昌)