

郑侃,陈婉芝,杨宏伟,等. 秸秆还田机械化技术研究现状与展望[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):9-13.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.003

# 秸秆还田机械化技术研究现状与展望

郑侃<sup>1</sup>,陈婉芝<sup>1</sup>,杨宏伟<sup>2</sup>,郑智旗<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学工学院现代农业装备优化设计北京市重点实验室,北京 100083; 2. 农业部农业机械化技术开发推广总站,北京 100079)

**摘要:**秸秆还田机械化是保证秸秆还田作业质量、减轻劳动强度、提高工作效率的必要条件,也是大面积推广秸秆还田的基础。总结了东北、华北、西北和南方四大农业种植区的秸秆还田机械化主要技术模式及工艺现状,并分析其形成的原因;介绍了秸秆粉碎还田、根茬粉碎还田和秸秆整秆还田 3 种机械化秸秆还田方式的定义、特点,以及相关配套机具的工作原理与典型机器;并对秸秆还田机械化发展方向进行了展望,以期对秸秆还田机械化技术研究提供参考依据。

**关键词:**秸秆还田;机械化;现状

**中图分类号:** S223;S222 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0009-03

秸秆是农作物收获后留在田间的茎、叶等副产物,是一种重要的可再生生物资源<sup>[1-2]</sup>。中国是秸秆资源较丰富的国家,每年秸秆生产量达 6.4 亿 t<sup>[3]</sup>,占全球秸秆资源总量的 20%~30%<sup>[4]</sup>。大量试验得出,秸秆中含有丰富的有机质、氮、磷、钾以及各种中微量营养元素,其中碳、氮、磷、钾的平均含量分别为 40%、0.3%、0.1%、0.45%<sup>[5-6]</sup>。秸秆还田不但能将作物吸收的大部分营养元素归还土壤,而且能改善土壤结构提高其生态效益,同时还能避免秸秆燃烧带来的环境、安全等问题;此外秸秆还田减少了化肥的使用从而降低农民种田成本<sup>[7-9]</sup>。由此可见,秸秆还田是实现农业可持续发展的重要途径之一。

秸秆还田劳动强度大、时间短,为了保证还田质量,减轻劳动强度,提高工作效率,应采用机械化秸秆还田作业。机械化秸秆还田技术是利用农业机械将作物秸秆覆盖于地表或者翻埋在土壤层中,进行保墒、腐化生肥的技术,是秸秆还田技术的重要组成部分。欧美等农业发达国家从上世纪 30 年代开始研制秸秆粉碎还田机,并在生产实践中取得了较好的效果;我国机械化秸秆还田开始于 20 世纪 80 年代,20 世纪 90 年代在各地得到推广<sup>[10-13]</sup>。近年来,机械化秸秆还田正在成为秸秆还田的主要方式,2013 年全国完成秸秆机械化还田面积  $3.7 \times 10^4$  万  $\text{hm}^2$ <sup>[14]</sup>。本文总结归纳了现有的秸秆还田机械化主要技术模式及工艺、方式、配套机具,以期对促进我国秸秆还田机械化技术的大面积推广起到重要作用。

## 1 秸秆还田机械化主要技术模式及工艺现状

机械化秸秆还田技术具有抢农时、抢积温、保墒情等优点,并充分利用了大量的秸秆资源,解决了人力难以实施大面积秸秆还田的难题,生产效率可提高 40 倍以上;同时又避免

了秸秆焚烧腐烂带来的环境污染问题。随着生产实践经验的积累和技术的改进,逐渐形成了现阶段我国各个地区适用的秸秆还田机械化技术模式与工艺(表 1)<sup>[15-17]</sup>。但这些技术模式与工艺并不是一成不变的,随着科学技术的进步、相关配套机具的研发,秸秆还田机械化技术模式与工艺将逐步得到完善。

由表 1 可知,东北和西北地区多以秸秆机械化粉碎覆盖还田与免耕播种模式为主,主要是由于东北和西北地区气温低、无霜期短,春季风大、较干旱,秸秆粉碎覆盖地表有利于作物抵御春寒、控制水土流失和风蚀、培肥地力,且秸秆覆盖可抑制太阳辐射减少水分蒸发<sup>[18-19]</sup>;华北一年两熟区多采用小麦高留茬免耕覆盖还田和玉米秸秆犁翻入土还田,原因是一年两熟区秸秆腐烂时间较短,玉米秸秆、根茬粗大,若采用粉碎抛撒不利于后茬作物播种,另外玉米秸秆覆盖会使麦种和麦苗根部腐烂,影响产量<sup>[20]</sup>;而华北一年一熟区,如河北北部、山西北部及内蒙古部分干旱少雨地区适用于玉米秸秆整体倒秆覆盖模式,一方面为了更好地蓄水保墒,另一方面因为这些地区是主要沙尘暴源头,倒秆覆盖能够更好地抑制沙尘暴<sup>[21]</sup>;南方稻麦多采用整秆或者高留茬还田,南方气温高、水量足,秸秆的腐烂分解速度快,整秆或高留茬还田,能够为下茬作物提供足够的养分,同时减轻劳动强度、减少作业成本<sup>[17]</sup>。

## 2 秸秆还田机械化技术主要方式及配套机具

秸秆还田机械化技术可分为秸秆粉碎还田、根茬粉碎还田和秸秆整秆还田等 3 种机械化还田方式<sup>[22-28]</sup>。

### 2.1 秸秆粉碎还田机械化技术

秸秆粉碎还田机械化技术是指用机械粉碎装置将茎秆和茎叶粉碎并抛撒覆盖于地表,粉碎后可耕翻将已粉碎的秸秆深埋入土进行还田。该技术可对小麦、水稻、高粱、玉米等软硬秸秆进行粉碎,粉碎后的玉米、高粱等粗大作物碎秆合格长度  $\leq 100$  mm,小麦、水稻等细小作物碎秆合格长度  $\leq 150$  mm<sup>[29]</sup>。该技术具有作业质量好、处理秸秆量大、成本低、生产率高等特点。

收稿日期:2015-09-18

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201503136);教育部创新团队发展计划(编号:IRT13039)。

作者简介:郑侃(1987—),男,河南上蔡人,博士研究生,从事保护性耕作秸秆还田机具研究。Email:zhengkan0219@163.com。

表 1 不同地区适宜的秸秆还田机械化技术模式及工艺

农区划分	主要作物种类	种植制度类型	机械化还田主要技术模式	机械化还田工艺流程
东北地区: 辽宁、吉林、黑龙江及内蒙古东北部	小麦、玉米、大豆、水稻	一年一熟	① 玉米秸秆粉碎覆盖还田; ② 大豆秸秆粉碎覆盖还田; ③ 水稻秸秆粉碎还田	① 玉米机收、秸秆粉碎抛撒, 或者人工收获立茬越冬→春季秸秆粉碎还田机粉碎还田→原垄免耕播种或者灭茬播种玉米或者大豆; ② 大豆机收、秸秆粉碎抛撒, 留茬或者深松起垄→原垄免耕播种或者灭茬播种玉米; ③ 水稻机收粉碎秸秆→秋翻或者秋旋→春季灌水打浆 1~2 次→机械插秧
华北地区: 北京、天津、河北、河南、山东、山西及内蒙古部分地区	小麦、玉米	大部分地区为麦玉一年两熟, 山西、内蒙古、河北部分地区为玉米、小麦一年一熟	① 小麦高留茬免耕覆盖还田; ② 玉米秸秆粉碎翻压还田; ③ 玉米秸秆整株翻压; ④ 玉米秸秆整体倒茬覆盖	① 机收小麦、玉米, 留茬高度为 200~300 mm→破茬免耕播玉米; ② 联合收割机收获玉米, 同时切碎秸秆覆盖地表粉碎长度约 100~150 mm→施底肥→灭茬耙地→机械翻耕 200 mm 以上, 将玉米秸秆翻埋入土, 平整田地; ③ 人工收获玉米, 留直立秸秆→施底肥→机械翻耕约 200 mm 以上, 将玉米秸秆翻埋入土 160 mm 以下, 平整田地; ④ 人工收获玉米, 留直立秸秆→施底肥→机械顺行压倒秸秆
西北地区: 陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	小麦、玉米、棉花	一年一熟	① 小麦、玉米免耕秸秆粉碎覆盖还田; ② 玉米免耕倒茬覆盖;	① 小麦、玉米机收, 收割机自带粉碎装置, 留茬高度为 100 mm 左右→化学除草→免耕施肥播种小麦; ② 人工收获→机械压倒秸秆→休闲→免耕施肥播种
南方地区: 湖北、湖南、江西、江苏、安徽、浙江、重庆、四川、云南、贵州、海南、广东、广西、福建	水稻、小麦、玉米、棉花、油菜	大部分地区为一年两熟, 部分地区为一年三熟	① 麦稻两熟秸秆全量机械还田模式; ② 麦田套播(水稻)高茬还田; ③ 双季稻区水稻秸秆翻压还田	① 机收小麦, 留茬 200~300 mm, 同时粉碎秸秆均匀抛撒→施底肥→机械翻耕秸秆, 翻耕深度约为 200 mm→, 移栽水稻→机收水稻, 同时粉碎秸秆均匀抛撒→施基肥→机械旋耕秸秆, 深度约为 100 mm; ② 小麦收割前 2 周左右撒播稻种→机收小麦, 留茬 300~400 mm, 同时粉碎秸秆均匀抛撒覆盖在田间; ③ 早稻或者晚稻收割, 留茬 200~300 mm→施基肥→拖拉机翻耕

目前,生产使用的秸秆粉碎覆盖机具有 2 种:一种是安装稻麦联合收获机秸秆抛撒出口的粉碎装置,其原理是:粉碎装置内的动定刀,将从后仓直接进入的稻麦秸秆高速打击和剪切粉碎成碎段和纤维状,均匀抛撒到田间,如图 1 所示的由约翰迪尔公司生产的 L、W、C 系列的谷物联合收割机<sup>[30]</sup>;另一种是利用拖拉机或者玉米联合收割机动力驱动高速旋转的粉碎刀,对秸秆进行粉碎还田的机具,其工作原理是利用高速逆向旋转的粉碎刀对地上直立或铺放的秸秆从根部进行砍切,并在喂入口处负压的作用下将其吸入粉碎室,经过多次的砍切、打击、撕裂、揉搓后将秸秆粉碎成碎段和纤维状,最后被气流抛送出去,均匀抛撒到田间,如图 2 所示的由河南豪丰生产的 4J 系列秸秆粉碎还田机<sup>[31]</sup>,以及图 3 所示的由雷沃公司生产的 4YZ 系列玉米联合收割机<sup>[32]</sup>,其中部安装了粉碎机。

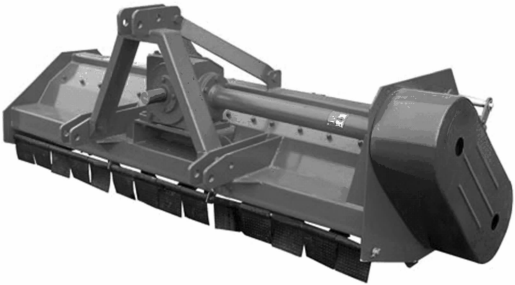


图2 豪丰 4J 系列秸秆粉碎还田机



图3 雷沃 4YZ 系列玉米联合收割机



图1 约翰迪尔L、W、C系列稻麦联合收割机

2.2 根茬粉碎还田机械化技术

该技术是采用机械方法,将清除作物茎秆后的剩余根茬就地粉碎,将其直接与地表至 100 mm 以上的耕层土壤均匀混合的一项机械化技术,既能起到整地作用,利于后续播种机播种,又能达到种地养地的目的。该技术主要适用于实行轮

作制度地区的玉米、高粱、大豆等粗茎作物的根茬粉碎,粉碎后,单位面积内根茬长度>50 mm 的数量应不超过根茬总量的 10%<sup>[29]</sup>。根茬粉碎还田机械化技术有效地避免了人工处理根茬费工、费时、费力的情况,同时有利于改良土壤和减少土肥流失。实现根茬粉碎还田的机具有灭茬机、旋耕机、秸秆粉碎翻埋灭茬机具的功能。

灭茬机、旋耕机利用拖拉机动力输出轴将动力传递给灭

茬刀或者旋耕刀,驱动刀片旋转切碎作物根茬,同时还能起到碎土作用。机器后方的挡土罩阻挡和控制抛起的根茬和土壤,使土壤进一步破碎,并将碎茬与土壤搅拌混合还田,机具作业深度为 80 ~ 100 mm。灭茬机、旋耕机与秸秆粉碎还田机的主要区别为:①秸秆粉碎还田机属于无支撑切割,粉碎刀的转速一般在 2 000 r/min 左右,而灭茬机与旋耕机在土壤中进行有支撑切割,刀片的转速较低,一般在 200 ~ 500 r/min 之间,旋耕机刀轴转速较低;②刀辊的转动方向不同,秸秆粉碎还田机刀轴转向大部分为反转,灭茬机与旋耕机刀轴大部分为正转。目前,应用较广泛的灭茬机与旋耕机,可以分为以下 3 种:单一功能的灭茬机与旋耕机,如辽宁新风农机设备制造有限公司生产的 1MC 系列灭茬机(图 4)<sup>[33]</sup>;旋耕与深松、起垄、施肥播种等一种或多种功能组合的联合作业机,其中较典型的为图 5 所示的由西安亚奥农机公司生产的 SGTNB 系列旋播施肥机,以及由黑龙江省农业机械运用研究所研制的 SGTN 系列灭茬旋耕联合整地机等(图 6)<sup>[34]</sup>;秸秆与根茬粉碎还田机,如徐州市农机技术推广站研制的 1JHG-180 型秸秆粉碎还田旋耕机(图 7)<sup>[35-36]</sup>。



图4 同顺 1MC 系列灭茬机



图5 亚奥 SGTNB 系列旋播施肥机

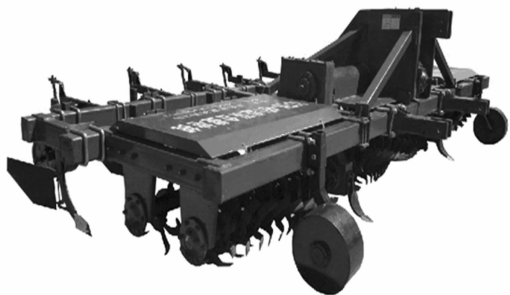


图6 SGTN 系列灭茬旋耕联合整地机



图7 1JHG-180 型秸秆粉碎还田旋耕机

常用的秸秆粉碎翻埋灭茬机具有旱地使用的圆盘耙和水田使用的水田耙。圆盘耙和水田耙一般为非驱动型整地机械,主要工作部件是耙片。耙片凹面与机具的前进方向构成一定的偏角,工作时,拖拉机前进使耙片滚动入土,在耙片刀口和曲面的作用下,将土层和地表秸秆再次切碎,土壤沿着耙片凹面上升跌落形成翻土效果。圆盘耙常与浅松铲、弹齿、钉齿或者碎土镇压辊等部件构成联合整地机械,如雷肯公司生产的 Heliodor 系列、Rubin 系列缺口圆盘耙(图 8)<sup>[37]</sup>。水田耙常与压辊组合使用,典型机具如淮犁公司生产的 1BS 系列南方水田耙(图 9)<sup>[38]</sup>。



图8 雷肯 Rubin 系列缺口圆盘耙

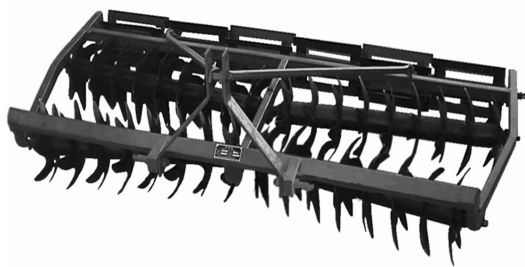


图9 淮犁 1BS 南方系列水田耙

### 2.3 整秆还田机械化技术

整秆还田机械化技术是指通过机械作业,将作物摘穗后直立于田间的秸秆沿着机具前进方向翻埋或倒秆覆盖在农田内,以达到秸秆还田目的。因此,可以将整秆还田机械化技术分为整体翻埋还田和整体倒秆覆盖还田 2 种方式,前者为秸秆深施,后者为秸秆面施。该技术主要适用于东北和西北一年一熟的旱作农业地区的玉米、高粱等粗秆作物以及小麦的高茬还田。整秆还田机械化技术具有抗旱保墒、减少秸秆粉碎的作业环节、降低生产费用等优点。

整秆翻埋还田较普遍使用的工具是铧式犁。工作时,拖

拉机或铧式犁前方的镇压辊将直立的作物秸秆推倒,再由犁铧切出土堡,然后土堡沿犁壁破碎翻转,将地表的秸秆翻埋到地表150 mm以下。整体翻埋还田不适用常刮风的干旱地区,易使裸露的土壤产生风蚀和沙尘暴,且长期使用铧式犁会导致耕层以下土壤形成犁底层,不利于作物生长。采用整体倒秆覆盖,地表裸露较少,保水、保土效果较好,又由于覆盖的秸秆与根茬连接,阻挡风蚀的能力增强。已有的机具如图10所示国外的秸秆压倒田间覆盖机<sup>[39]</sup>和国内山西省长治市农机研究所研制的玉米整秆半覆盖机(图11)<sup>[40]</sup>。



图10 秸秆压倒田间覆盖机



图11 玉米整秆半覆盖机

### 3 展望

秸秆机械化还田是一项高效、省工、省时的有效措施,是秸秆综合利用的主要技术手段,进行秸秆还田机械化技术的研究与开发对我国农业的发展具有重要意义。现有的秸秆机械化还田技术配套的机具有以下几个发展方向:①改进作业质量。现有对水稻、小麦、玉米等粮食作物秸秆机械化还田的机具存在秸秆粉碎长短不一、抛撒不均匀、破茬率低、覆盖(掩埋)不均匀等问题,仍需对相关技术进一步研究;②增加经济作物还田机具。需研制拾捡喂入装置、纤维防缠绕装置、新型的粉碎刀、粉碎刀排列方式,以适应棉花、甘蔗、香蕉、菠萝等经济作物秸秆(叶)还田的特殊要求;③完善还田机的适应性。增加机具的仿形能力、防堵装置以及关键部件快速更换和调节功能,使机具较好地适应山区、丘陵地区,并满足不同作业深度、作物类型、秸秆还田量等作业工况的要求;④优化还田机性能。加强秸秆粉碎还田机、灭茬机、旋耕机等高速旋转还田机具的刀辊振动研究、着力解决作业时机具扬尘、噪声、安全等问题。使用新型材料、结合仿生技术,以减少粉碎刀、耙、犁等工作部件的磨损、腐蚀,增加其使用寿命,同时减少机具作业能耗,降低作业成本;⑤应加大机械化还田技术与其他农业机具、技术的配套使用。如与联合收获机、播种机、墒沟埋草装置等进行复合作业,减少作业工序,提高工作效

率;与化肥、微肥施用技术相结合,减少肥料使用量,提高肥料利用率;与秸秆快速催腐、杂草控制、病虫害防治等技术结合,提高农田土壤整地播种质量,增加作物产量,进一步发挥秸秆还田的综合利用效应。

### 参考文献:

- [1] 刘芳,张长生,陈爱武,等. 秸秆还田技术研究及应用进展[J]. 作物杂志,2012(2):18-23.
- [2] 丁艳,彭卓敏,夏建林. 国内典型秸秆还田技术及机具的比较与分析[J]. 中国农机化,2010(3):43-46.
- [3] 韩鲁佳,闫巧娟,刘向阳,等. 中国农作物秸秆资源及其利用现状[J]. 农业工程学报,2002,18(3):87-91.
- [4] 任萍,王惠松,屠娟丽. 秸秆还田沃土实用技术[M]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [5] 朱启红. 浅谈秸秆的综合利用[J]. 农机化研究,2007(6):236-240.
- [6] 周先竹,鲁剑巍,王忠良. 秸秆资源综合利用与还田技术[M]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [7] 吕小荣,努尔夏提·朱马西,吕小莲,等. 我国秸秆还田技术现状与发展前景[J]. 现代化农业,2004(9):41-42.
- [8] 韩永俊,尹大庆,赵艳忠,等. 秸秆还田的研究现状[J]. 农机化研究,2003(2):39-40.
- [9] 刘阳. 玉米秸秆还田对接茬冬小麦生长衰老及土壤碳氮的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [10] 戴飞,韩正晟,张克平,等. 我国机械化秸秆还田联合作业的现状与发展[J]. 中国农机化,2011(6):42-45.
- [11] 杜长征. 我国秸秆还田机械化的发展现状与思考[J]. 农机化研究,2009(7):234-236.
- [12] 宋振伟. 农田秸秆综合利用技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2011.
- [13] 刘晓亮. 秸秆粉碎还田机新型刀片的设计与试验[D]. 长春:吉林大学,2012.
- [14] 农业部机械化司. 中国农业机械化年鉴[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2014.
- [15] 曾木祥,王蓉芳,彭世琪,等. 我国主要农区秸秆还田试验总结[J]. 土壤通报,2002,33(5):336-339.
- [16] 龚振平,杨悦乾. 作物秸秆还田技术与机具[M]. 北京:中国农业出版社,2012.
- [17] 王君荣. 农作物秸秆综合利用技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2007.
- [18] 杨青森,郑粉莉,温磊磊,等. 秸秆覆盖对东北黑土区土壤侵蚀及养分流失的影响[J]. 水土保持通报,2011,31(2):1-5.
- [19] 胡发龙,柴强,殷文. 少耕秸秆覆盖对小麦间作玉米棵间蒸发的影响研究[J]. 农业现代化研究,2013,34(6):754-757.
- [20] 李少昆,王克如,冯聚凯,等. 玉米秸秆还田与不同耕作方式下影响小麦出苗的因素[J]. 作物学报,2006,32(3):463-465.
- [21] 柴民杰. 秸秆覆盖地深松机研究[D]. 北京:中国农业大学,2006.
- [22] 孔华祥. 秸秆直接还田与机械化[J]. 江苏农机化,2006(2):11-12.
- [23] 孟海兵,许飞鸣. 秸秆还田及综合利用技术[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2012.
- [24] 曹建军. 秸秆还田机械化技术及推广应用前景(上)[J]. 中国农机化,1998(3):26-27.

王 振,齐顾波. 分歧与弥合:循环农业发展中的利益群体分析——基于四川东村的调查[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):13-17.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.004

# 分歧与弥合:循环农业发展中的利益群体分析 ——基于四川东村的调查

王 振,齐顾波

(中国农业大学人文与发展学院,北京 100193)

**摘要:**当前,中国的工业化和城镇化深入推进,居民对于农产品的需求无论在数量上还是质量上都提出了较高的要求。日益严重的环境污染和食品质量安全问题也促使农业生产方式部分转变,其中以循环农业为主要代表。作为主流农业生产之外的农业生产方式,循环农业的发展涉及到政府、农户(农业组织)以及消费者等群体,不同群体限于自身的角度对循环农业的发展有着不同的价值判断和选择。根据对四川省简阳市东村循环农业发展现状的调研,分析政府、农户(农业组织)以及消费者在循环农业发展过程中的利益取向与动因,探讨利益主体之间的分歧并提出弥合的路径。

**关键词:**循环农业;利益群体;分歧;弥合

**中图分类号:** F304.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0013-05

自 20 世纪 70 年代末家庭联产承包责任政策施行以来,中国农业在经过 30 多年的发展之后,基本解决了国人的吃饭问题,但是当代中国的粮食安全压力依然存在,并随着耕地面积的下降,城镇居民消费结构的改善和农村劳动人口的转移而不时牵动人们的神经。有限的耕地面积和不断增长的总人口之间呈现出的矛盾在短期内难以有效逆转,同时,转型期的

环境问题和食品安全问题对农产品的生产提出了更高的需求,消费者收入的差距又直接导致农产品消费群体的分化,一方面是低收入群体对主要农产品消费的刚性需求,另一方面是高收入群体对农产品安全的关注与小众消费群体的逐渐形成。在这样的背景下,当代中国农业的发展主流趋势注定是现代农业,即高投入、高产出和大众消费的农业,这也是在保障粮食自给压力下可能的唯一选项。相比之下,循环农业的发展发端于主流之外,成长于小众消费之间,就政府政策层面而言,循环农业的重要性已经体现在中央“一号文件”中,但是在基层政府层面尚未有整套的扶持体系。随着环境污染的加剧和食品安全问题的凸显,循环农业生产方式的多功能性优势得到重新认识,循环农业在维持农业生态系统可持续性方面的作用不容忽视。循环农业是把循环经济理念应用于农

收稿日期:2015-08-06

基金项目:国际行动援助(中国)“中国循环农业政策研究”项目(编号:201404811210585)。

作者简介:王 振(1987—),男,山东日照人,博士研究生,研究方向为乡村治理、农村发展。E-mail:081wangzhen@163.com。

通信作者:齐顾波,教授,博士生导师,研究方向为可持续发展与资源管理、国际发展合作。E-mail:qigupo@cau.edu.cn。

[25]曹建军. 秸秆还田机械化技术及推广应用前景(下)[J]. 中国农机化,1998(4):31-33.

[26]朱 良,兰心敏. 秸秆(根茬)粉碎还田机使用、维护与选购指南[M]. 北京:中国农业出版社,2010.

[27]贺文胜,仇志强,孟秀兰. 机械化秸秆整体翻埋还田的试验研究[J]. 农业机械学报,2003,34(5):179-180.

[28]毕于运. 中国秸秆资源综合利用技术[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2008.

[29]GB/T 24675.6—2009 保护性耕作机械秸秆粉碎还田机[S].

[30]JOHN DEERE. 谷物收获机械[EB/OL]. [2015-6-23]. [http://www.deere.com.cn/zh\\_CN/products/equipment/grain\\_harvester/grain\\_harvester.page?](http://www.deere.com.cn/zh_CN/products/equipment/grain_harvester/grain_harvester.page?)

[31]河南豪丰机械制造有限公司. 4J 系列秸秆粉碎还田机[EB/OL]. [2015-6-23]. [http://www.hnhfjt.com/Products\\_xx.asp?S=000103&NewID=203d](http://www.hnhfjt.com/Products_xx.asp?S=000103&NewID=203d).

[32]福田雷沃重工. 玉米收获机 4YZ-4B[EB/OL]. [2015-6-23]. <http://am.lovol.com.cn/yumiji/cc044yz4b.htm>.

[33]辽宁新风农机设备制造有限公司. 1MC 系列灭茬机[EB/OL].

[2015-6-23]. <http://lnxfnj.com/imgcontent.asp?pid=263>.

[34]王志远,刘伟光,韩北平,等. SGTN-490 型灭茬旋耕联合整地机的设计[J]. 农业机械,2011(3):96-97.

[35]庄月芹,杨爱军. 1JHG-180 秸秆粉碎还田旋耕机的试验研究[J]. 农机化研究,2010,32(8):150-152.

[36]徐州市农机技术推广站. 秸秆粉碎还田旋耕机:200820032637.9[P]. 2008-02-21.

[37]LEMKEN. Rubin 系列缺口圆盘耙[EB/OL]. [2015-6-23]. <http://www.lenken.cn/Proinfo.aspx?id=136>.

[38]淮安市淮犁机械有限公司. 1BS 系列南方水田耙[EB/OL]. [2015-6-23]. [http://www.chinahljx.com/cpzs\\_detail.asp?id=146](http://www.chinahljx.com/cpzs_detail.asp?id=146).

[39]Kornecki T S,Price A J,Raper R L. Performance of different roller designs in terminating rye cover crop and reducing vibration[J]. Applied Engineering in Agriculture,2006,22(5):663-641.

[40]王 华. 玉米整秆半覆盖机技术分析[J]. 科技情报开发与经济,2006,16(8):294-295.