

农作物秸秆综合利用的现实困境与优化路径

魏子涵

延边大学, 吉林 延吉 133002

[摘要] 农作物秸秆兼具农业资源与工业原料属性, 其综合利用对于减少露天焚烧、改善耕地质量和发展农业循环经济具有重要意义。当前秸秆利用仍面临资源分布分散、收储运成本较高、利用结构不均、高值化技术转化不足及市场主体经营不稳定等问题。秸秆综合利用需要坚持农用优先和因地制宜, 完善资源台账与分类配置, 构建县域收储运网络, 推进肥料化、饲料化、能源化、基料化和原料化协同发展。

[关键词] 农作物秸秆; 综合利用; 收储运体系; 资源化; 循环农业

DOI: 10.64635/ja.2026.1412 中图分类号: S38 文献标识码: A

Practical Difficulties and Optimization Paths for the Comprehensive Utilization of Crop Straw

Wei Zihan

Yanbian University, Yanji 133002, Jilin, China

Abstract: Crop straw has the dual attributes of agricultural resources and industrial raw materials, and its comprehensive utilization is of great significance for reducing open burning, improving cultivated land quality, and developing an agricultural circular economy. At present, straw utilization still faces problems such as scattered resource distribution, high costs of collection, storage, and transportation, an imbalanced utilization structure, insufficient transformation of high-value technologies, and unstable operation of market entities. The comprehensive utilization of straw should adhere to the principles of giving priority to agricultural use and adapting measures to local conditions. It is necessary to improve resource ledgers and classified allocation, build county-level collection, storage, and transportation networks, and promote the coordinated development of fertilizer utilization, feed utilization, energy utilization, substrate utilization, and raw material utilization.

Keywords: crop straw; comprehensive utilization; collection, storage, and transportation system; resource utilization; circular agriculture

引言

农作物秸秆是水稻、小麦、玉米、豆类、薯类、油料和棉花等作物收获籽实后的茎、叶及其他剩余物。秸秆含有有机碳、氮、磷、钾和纤维素等成分, 可用于还田培肥、畜禽饲料、生物质能源、食用菌基料及工业原料。处理方式不合理时, 秸秆也可能成为农业面源污染和大气污染的来源。

我国粮食生产规模大, 秸秆资源具有总量大、分布广、季节集中和体积蓬松等特点。秸秆产生时间通常集中在夏收与秋收阶段, 农户需要在较短时间内完成离田、还田或其他处理。收获期与下一茬作物播种期衔接紧密, 处理能力不足时, 农户容易选择堆放、废弃或露天焚烧。

近年来, 秸秆综合利用逐步形成肥料化、饲料化、能源化、基料化和原料化“五化”格局。2023 年农业农村部部署建设约 400 个全国秸秆综合利用重点县和 1600 个展示基地, 提出全国秸秆综合利用率保持

在 86% 以上^[1]。综合利用率提高并不代表秸秆利用质量和产业效益同步提升。部分地区还田比例较高, 离田利用能力不足, 收储运体系与加工企业布局缺少衔接。推动秸秆治理由完成利用数量转向提高资源配置效率, 成为农业绿色发展中的重要任务。

1 农作物秸秆综合利用的价值基础

1.1 秸秆资源的构成与利用特征

秸秆理论资源量是依据农作物产量和草谷比计算的秸秆总量, 可收集资源量则是在扣除根茬、田间损失和难以收集部分后形成的实际可收集数量。综合利用率一般按照秸秆利用量与可收集资源量计算。三个概念口径不同, 不能将理论资源量直接作为产业可用原料量。

从宏斌等根据省级统计数据测算, 2017 年我国农作物秸秆可收集资源量为 8.27 亿吨, 玉米、水稻和小麦三大粮食作物秸秆合计占全国秸秆资源总量的 84.8%^[2]。秸秆资源总体呈现东部高于西部、北方

高于南方的阶梯式分布。玉米秸秆主要集中在东北、华北和部分西南地区，水稻秸秆集中在长江中下游、东北及华南稻作区，小麦秸秆则以黄淮海地区较为集中。

秸秆空间分布与利用需求并不完全一致。养殖业集中地区对青贮、黄贮和颗粒饲料需求较高，食用菌产业区适合发展基料化利用，具有供热和工业蒸汽需求的区域可以探索成型燃料及生物质供热。缺少稳定需求时，即使秸秆资源较多，也难以形成可持续产业。

1.2 秸秆综合利用的生态经济价值

秸秆还田能够补充土壤有机质和部分养分，改善土壤团粒结构，并减少秸秆离田运输。科学还田还可与保护性耕作、深松整地和有机肥施用结合，形成农田地力提升机制。还田数量过大、粉碎长度不适宜或氮素调节不足，也可能造成土壤失墒、秸秆腐解缓慢和后茬作物出苗质量下降。

秸秆饲料化能够拓展草食畜牧业饲料来源。经过青贮、氨化、揉丝和微生物发酵处理后，玉米、小麦和水稻秸秆的适口性与消化率可以得到改善。秸秆饲料化把种植业副产物引入养殖环节，畜禽粪便经无害化处理后还田，可形成种养循环。

能源化、基料化和原料化利用能够延伸农业产业链。秸秆可用于生产成型燃料、生物天然气、纤维板、纸浆、可降解材料和食用菌培养基。高值化产品有助于提高单位秸秆收益，但对原料含水率、纯度、连续供应和加工技术要求较高，需要稳定的收储运网络和产品市场。

2 农作物秸秆综合利用的现实困境

2.1 收储运成本较高与供需衔接不畅

秸秆具有体积大、密度低和季节集中等特点，直接运输的单位成本较高。我国农业经营仍以分散农户为重要组成部分，地块面积、作物品种和收获时间存在差异，机械难以按照统一标准完成打捆、装运和储存。丘陵山区地块零散、道路条件有限，收集成本更加突出。

秸秆收购价格通常难以覆盖农户清理、机械打捆和短途运输成本。加工企业为控制原料成本，倾向在一定运输半径内采购。企业离秸秆产区较远时，运输费用可能抵消资源化产品收益。部分地区建设了秸秆收储站，却缺少稳定加工企业和终端市场，出现收储设施利用率较低、库存积压和原料霉变。

秸秆供给还具有时间不均衡特征。加工企业需

要全年连续生产，农作物秸秆则集中在少数收获季产生。露天堆存容易发生受潮、腐烂和火灾，建设防雨、防火和通风设施会增加固定投入。原料季节集中与企业连续生产之间的矛盾，是秸秆产业化利用的基础障碍。

2.2 利用结构不均与高值转化不足

公开评估资料显示，2019 年全国主要农作物秸秆理论资源量为 10.4 亿吨，可收集资源量为 9.0 亿吨，利用量为 7.2 亿吨，综合利用率为 80.1%^[3]。具体利用结构见表 1。

表 1 2019 年全国主要农作物秸秆“五化”利用情况

利用途径	利用量(亿吨)	占可收集资源量比例(%)	主要产品或利用方式
肥料化	3.9	43.2	直接还田、堆肥、腐熟还田
饲料化	1.7	18.8	青贮、黄贮、氨化、颗粒饲料
能源化	1.0	11.4	成型燃料、发电、供热、沼气
基料化	0.4	4.0	食用菌基质、育苗基质
原料化	0.2	2.7	造纸、人造板、生物基材料
合计	7.2	80.1	—

表 1 显示，肥料化是秸秆利用的主体，基料化和原料化占比较低。秸秆直接还田具有成本相对较低、就地利用和养分循环等优势，但部分地区将还田作为完成综合利用率目标的主要手段，缺少对还田数量、土壤条件和后茬作物需求的细化管理。

秸秆高值化利用涉及生物炼制、纤维材料和精细化工等技术，产品附加值较高，但普遍面临设备投资较大、技术成熟度不一致和市场拓展困难。周治认为，我国秸秆高值化利用仍受到原料收集、核心技术、产品标准和产业协同不足等因素制约^[4]。部分项目在补贴支持下能够维持运行，补贴减少后便出现原料收购和产品销售困难。

2.3 技术适配性与产业稳定性不强

不同作物秸秆的含水率、纤维结构和营养成分差异明显。同一项处理技术难以适用于所有秸秆。稻草含硅量较高，玉米秸秆含水率随收获方式变化较大，棉秆木质化程度较高。技术选择未能对应原料特征时，设备堵塞、能耗增加和产品质量不稳定等问题容易出现。

秸秆还田也需要农机农艺协同。粉碎长度、抛撒均匀度、还田深度、土壤墒情和氮肥配施都会影响腐

解效果。机械粉碎完成并不代表秸秆已经形成有效利用。缺少技术指导时,农户可能因影响播种和出苗而降低还田意愿。

秸秆加工企业大多位于县域和乡村,部分企业规模较小,研发能力、融资能力和市场开拓能力有限。产品同质化、销售半径较小和订单不稳定,会造成加工设备季节性闲置。秸秆项目建设前缺少原料供给与产品需求评估,也容易形成企业争抢原料或产能闲置。

3 农作物秸秆综合利用的运行机制

3.1 秸秆资源形成与价值转化机制

秸秆价值转化经过田间产生、收集处理、运输储存、加工转化和产品销售等环节。任一环节成本过高,都会影响产业链运行。农户关注秸秆清理便利和销售收益,收储主体关注运输半径与储存损耗,加工企业关注原料稳定性和产品市场,政府则关注禁烧、环境保护和农业绿色发展。

秸秆利用方式需要依据资源禀赋和区域需求配置。种植业集中且土壤有机质不足地区可提高科学还田比例,养殖业发达地区可发展饲料化利用,食用菌产业区可扩大基料化利用,具备工业用热需求的地区可发展生物质供热。利用方式与当地产业脱节时,秸秆产品难以形成稳定市场。

秸秆综合利用还具有环境外部性。农户和企业承担收集、运输与加工成本,减少露天焚烧、改善空气质量和降低温室气体排放形成的收益则由社会共享。市场收益不足以覆盖环境治理成本时,需要通过公共服务、技术补助和绿色金融进行合理支持。

3.2 政府、企业和农户利益联结机制

政府在秸秆综合利用中承担规划引导、公共服务、市场监管和环境治理职责。政策支持应集中于收储运基础设施、关键技术示范和环境效益明显但市场回报不足的环节。长期补贴低效率产能,可能造成企业依赖和资源错配。

企业是连接秸秆资源与终端产品的核心主体。加工企业可以与合作社、农机服务组织和种植大户签订收购协议,明确秸秆质量、含水率、交售时间与价格。订单关系有助于稳定原料供给,也便于企业安排生产。

农户既是秸秆产生者,也是还田和离田利用的参与者。利益联结机制需要降低农户处理成本。秸秆能够由专业组织及时清运,或还田服务费用能够得到合理分担,农户参与意愿便会提高。秸秆收益较低地区可将机械作业、土地托管和秸秆处理整合为农业社会化服务,减少单户交易成本。

4 农作物秸秆综合利用的优化路径

4.1 完善县域秸秆资源调查与分类利用

县域是秸秆资源形成、收集和加工的基本空间。

各地可依据作物播种面积、产量、草谷比和可收集系数建立秸秆资源台账,区分理论资源量、可收集资源量、还田量、离田量与实际利用量。资源台账还要记录作物类型、产生时间、空间分布和现有利用主体。

利用规划需要同步调查市场需求。秸秆饲料化项目应考察当地草食畜禽存栏量,基料化项目应评估食用菌和育苗产业规模,能源化项目应明确供热对象和燃料替代条件。原料资源和市场需求同时具备后,再合理确定加工项目规模。

不同区域可形成差异化利用组合。东北和黄淮海玉米主产区可统筹还田、饲料和燃料利用,南方稻作区可发展还田、食用菌基料和生物质成型燃料,丘陵山区可优先采用小型化、移动式处理设备。分类利用能够减少单一模式对市场 and 政策的依赖。

4.2 健全专业化收储运服务体系

收储运体系可按照“村级收集点—乡镇转运站—县域加工中心”进行布局。村级收集点负责短期集中与初步分类,乡镇转运站承担打包、压缩和储存,县域加工中心根据生产需求调配原料。站点建设需要与秸秆资源密度和企业运输半径匹配,避免重复建设。

农机合作社和农业社会化服务组织可承担秸秆粉碎、打捆、清运和还田作业。统一作业有利于降低机械闲置和农户单独处理成本。丘陵地区可推广轻简型打捆机、移动式粉碎设备和小型运输机械,提高零散地块的秸秆收集能力。

秸秆储存环节需要建立含水率、杂质和霉变控制标准,完善防火、防雨和安全距离管理。数字化平台可以发布秸秆供给数量、位置、质量和企业需求,减少收储主体盲目采购。平台数据应来源于实际称重和交易记录,防止资源台账与真实利用量脱节。

4.3 推进技术集成与产业链延伸

秸秆还田需要建立分区域、分作物技术规程。水稻、小麦和玉米秸秆分别确定适宜的粉碎长度、还田量、耕作深度和配套施肥方式。病虫害较重、土壤墒情不足或秸秆量过大的地块,可采用部分离田、堆肥还田或腐熟剂处理。

饲料化利用可推广揉丝、青贮、氨化和微生物发酵技术,并加强饲料卫生与营养评价。能源化项目应优先对接农村清洁取暖、园区供热和农业设施用能,避免在缺少稳定热负荷的地区盲目建设发电项目。原

料化和基料化利用则要提高产品标准化程度,拓展生物基材料、育苗基质和包装材料等市场。

产业链延伸还需要科技、金融和标准支持。科研机构与企业可围绕预处理、低能耗转化和高值产品开展联合研发。金融机构可以依据订单、设备和环境效益设计绿色信贷产品。政府建立项目退出和绩效评价机制,对资源利用效率较低、长期依赖补贴的项目及时调整,把公共资金投向收储短板、技术创新和公共服务。

5 结语

农作物秸秆综合利用已经由单纯禁止焚烧转向资源循环和产业发展。综合利用率提高反映了治理进展,但利用结构、经济效益和环境效果仍有提升空间。秸秆资源分散、收获期集中、运输成本较高和终端市场不稳定,是产业持续运行面临的基础性约束。

优化秸秆利用不能依赖单一技术或单一补贴,而要依据作物类型、区域条件和产业需求配置利用方式。

科学还田承担农田养分循环功能,饲料化、能源化、基料化和原料化拓展离田利用空间。通过县域资源台账、专业化收储运网络、稳定利益联结和技术集成,能够将秸秆从季节性农业剩余物转化为可持续利用的生产要素,推动农业生产、农村环境和资源循环协调发展。

【参考文献】

- [1] 农业农村部科技教育司. 农业农村部部署 2023 年秸秆综合利用工作 [EB/OL]. 2023-06-01.
- [2] 丛宏斌, 姚宗路, 赵立欣, 等. 中国农作物秸秆资源分布及其产业体系与利用路径 [J]. 农业工程学报, 2019, 35 (22): 132-140.
- [3] 毕于运, 高春雨, 王红彦, 等. 我国农作物秸秆离田多元化利用现状与策略 [J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40 (9): 1-11.
- [4] 周治. 我国农业秸秆高值化利用现状与困境分析 [J]. 中国农业科技导报, 2021, 23 (2): 9-16.