

我国秸秆综合利用面临形势与对策研究

石祖梁^{1,3}, 邵宇航², 王飞^{1,3}, 王久臣^{1,3}, 孙仁华¹, 宋成军¹, 李想¹

(1. 农业农村部农业生态与资源保护总站, 北京100125; 2. 南京农业大学农学院, 江苏南京210095; 3. 农业农村部资源循环利用技术与模式重点实验室, 北京100024)

摘要: [目的]为加快推动秸秆资源化利用, 促进农业绿色发展。[方法]文章在系统梳理我国秸秆综合利用政策文件、相关文献的基础上, 全面分析了我国农作物秸秆禁烧和综合利用的发展阶段, 提出了秸秆利用面临的形势和存在的主要问题。[结果]我国秸秆综合利用从时间序列上, 可以划分为起步阶段、强力推进阶段和攻坚阶段。城镇化的快速推进、农村能源结构的调整, 农业供给侧结构性改革的实施、农作物季节矛盾突出等, 成为秸秆综合利用面临的新形势、新挑战。当前推进秸秆综合利用存在四大方面问题: 秸秆还田成本较高、区域技术规范和技术适宜性缺乏; 受“成本地板”和“价格天花板”双重挤压, 秸秆产业化利用发展困难; 秸秆收储运成本高, 技术装备水平低, 用地、运输问题尚未解决, 收储运体系建设不健全; 关键性政策工具尚未破题、缺乏普惠性、针对性的资金扶持。[结论]针对形势与问题, 提出了推进秸秆资源化利用的4条对策建议: 开展县械秸秆全量化利用、分区施策确定秸秆利用方向、加强政策工具集成创设、扩大试点示范引导。

0引言

我国农作物种类繁多, 主要有小麦、水稻、玉米、豆类、薯类、棉花、花生、油菜、甘蔗以及其他杂粮作物。秸秆是农作物收获籽实后的剩余部分, 是宝贵的生物质资源。随着我国农业生产水平的不断提高, 粮食产量逐年递增, 秸秆产生量也随之增加。至2015年我国秸秆资源总量已超过10亿t, 居世界秸秆总产量的20%-30%[1], 其中小麦、水稻、玉米3类作物秸秆占总量的80%左右[2]。据农业农村部统计, 全国秸秆综合利用率约为80%左右, 仍有2亿t左右的秸秆通过不同途径进行焚烧或废弃。前人研究表明, 秸秆焚烧的总碳排放量相过5000万t[3], 对生态环境造成严重影响。2016年国家发改委将农作物秸秆综合利用率纳入《绿色发展指标体系》, 作为生态文明建设评价考核的依据; 2017年中办国办联合印发《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》, 提出要完善秸秆资源化利用制度, 加强产地环境保护与治理, 秸秆综合利用工作得到国家和社会的高度关注, 为进一步提升秸秆综合利用水平, 破解秸秆焚烧困境, 文章在系统梳理的基础上, 对秸秆综合利用面临的形势和任务, 存在的问题和困难进行总结凝练, 并提出进一步发展的相关建议, 以期对秸秆资源化利用提供理论支撑。

1我国秸秆综合利用工作发展阶段

我国重视秸秆禁烧和综合利用工作近20年, 从时间序列上划分, 主要可以分为以下3个阶段, 第一阶段, 起步阶段(1997-2007)。此阶段主要特点是以狠抓禁烧为主。1997年农业部连续两次下发《关于严禁焚烧秸秆, 做好秸秆综合利用工作的紧急通知》, 从全国层面开始启动秸秆禁烧和综合利用工作; 1998年农业部、财政部、交通部、国家环保总局、国家民航总局等部门联合下发了《关于严禁焚烧秸秆, 保护生态环境的通知》, 从保护生态环境的角度推动秸秆禁烧工作; 1999年国家环保局、农业部、财政部等6部委联合下发了《秸秆禁烧和综合利用管理办法》, 开始从法律层面推动秸秆禁烧和综合利用工作。其后环保部每两年发布一次禁烧通知, 并将秸秆焚烧火点纳入国家卫星遥感监测范围, 推动秸秆禁烧的常态化管理, 秸秆露天禁烧现象得到初步遏制。到2007年, 全国秸秆综合利用率达到68.7%。

第二阶段, 强力推动阶段(2008-2015)。此阶段主要特点是明确责任分工, 强化顶层设计, 做好规划引领。2008年国务院办公厅印发《关于加快推进农作物秸秆综合利用的意见》, 明确提出了各部门的任务分工, 以及到2015年秸秆综合利用达到80%的目标。依据国务院办公厅的文件, 国家发改委、农业部指导各省(市、区)编制秸秆综合利用规划、制定实施方案、印发技术目录, 强势推动秸秆综合利用工作, 初步形成了肥料化、饲料化等农业利用为主, 能源化、原料化、基料化多元发展的格局。到2015年底, 全国秸秆综合利用率达到80.1%[2]。

第三阶段, 攻坚阶段(2016—)。此阶段主要特点是财政投入、试点示范、以点带面, 整县推进秸秆综合利用。“十二五”末, 国家发改委、财政部、农业部、环保部联合印发《关于进一步加快推进农作物秸秆综合利用和禁烧工作的通知》, 提出至2020年秸秆综合利用率达到85%的目标任务。《中华人民共和国大气污染防治法》通过修订, 以法律的形式进一步明晰了秸秆综合利用和禁烧方面的内容。2016年, 农业部、财政部以县为单元推动秸秆综合利用试点建设, 围绕重点区域、关键环节、模式探索、技术创新等方面加大攻关力度, 逐步提高秸秆综合利用产业化水平。2017年, 农业部启动了东北地区秸秆处理行动, 聚焦东北秸秆处理利用的重点难点, 开展集中攻关。同时中办国办印发了《关于创新体制机制推动农业绿色发展的意见》, 要求各地不断完善秸秆资源化利用制度, 切实推进农业绿色发展。

2 秸秆综合利用面临形势

2.1 城镇化进程快速推进

自20世纪90年代以来是我国城镇化快速推进的20余年[4]，城镇化率从1990年的26.41%提高到2017年的57.35%。伴随着城镇化的推进，乡村人口数量大幅减少，从1990年的8.41亿降至2017年的5.77亿[5]，年均降幅1.2%，农村劳动力大量转移，大批青壮年进城务工、经商，老人和妇女成为农业生产的主力军[6]，造成秸秆还田、离田利用困难逐渐加大，焚烧废弃现象屡禁不止。

2.2 农村生活能源结构调整

伴随着我国经济的发展和人民生活水平的日益提高，以秸秆为主要燃料的农村传统能源利用方式逐渐被电、煤、天然气、太阳能等商品能源和新型能源所取代。研究表明，我国农村生活能源总消耗量从1991年的58亿t标煤逐渐升高至2011年5.89亿t标煤，之后呈下降趋势，至2016年为3.52亿t标煤，基本与20世纪90年代初期持平。而生活能源中秸秆的消耗量则从1991年的1.62亿t标煤下降至2016年的0.41亿t标煤，降幅达到74.69%，其在农村生活能源中所占比重也从45.31%减少至11.67%[7-8]。能源效率的提高、能源结构的调整，秸秆需求量的下降要求秸秆综合利用寻找新的出口和方向（图1）。

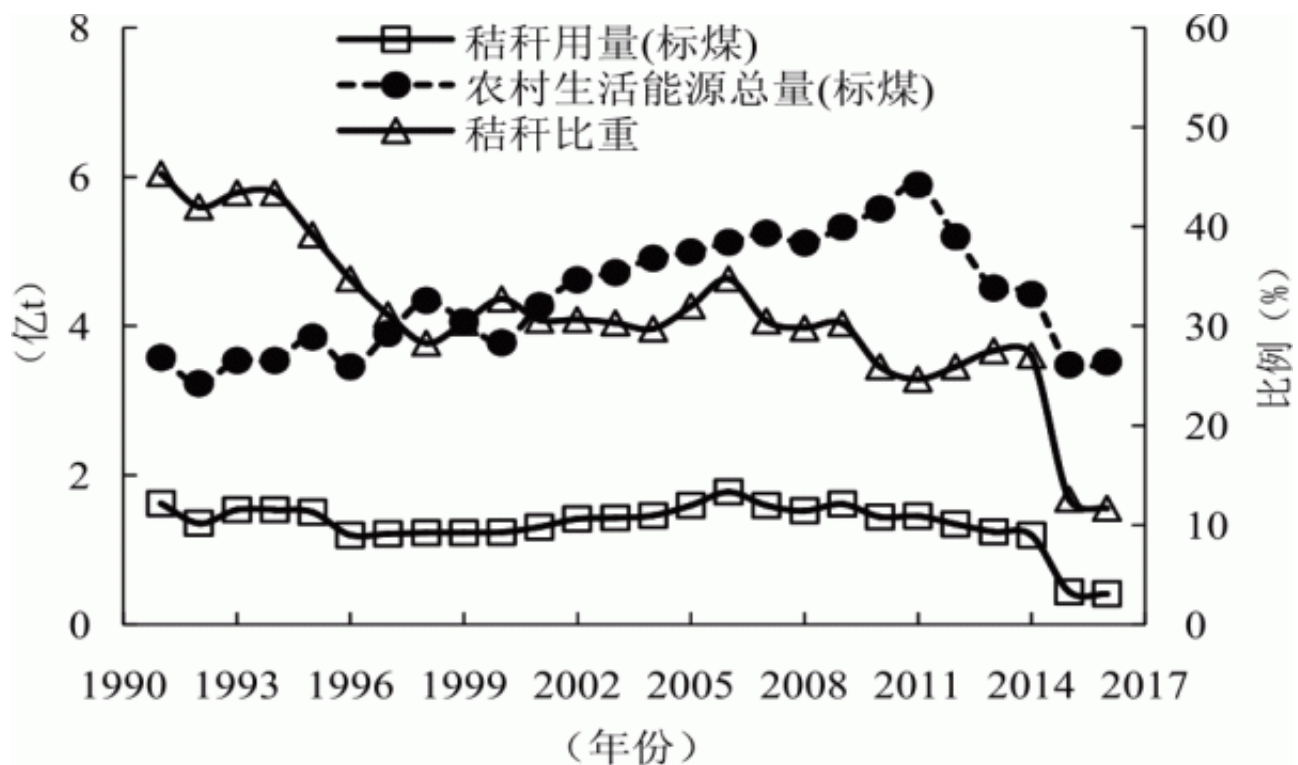


图1 1990—2017年我国农村生活能源消费量、
秸秆消费量及其比重变化趋势

2.3 秸秆资源量的变化

一方面，伴随着我国农作物产量的“十三连丰”，秸秆的产生量也随之增加。1991年我国秸秆产生量约6.24亿t[9]，截止“十二五”末，秸秆资源总量达到10亿t左右[2]，年均增幅约2.7%，日益增长的秸秆量亟需找到更加有效的利用出路和解决途径。另一方面，当前我国正处在农业供给侧结构性改革，加快转变农业发展方式的关键时期，农业生产结构调整进一步造成秸秆产生量的多变性。王亚静等[10]研究表明，以“镰刀弯”地区玉米调减为主要内容的种植业结构调整较2015年可减少玉米秸秆产出1501万t。与此同时，随着东北寒地井灌稻和南方双季稻产区籼稻调减、“粮改

饲”试点和休耕轮作试点的同步推进，区域秸秆资源总量、种类和供需平衡状态将发生重要变化，对现有秸秆综合利用产业布局带来更加严峻挑战（图2）。

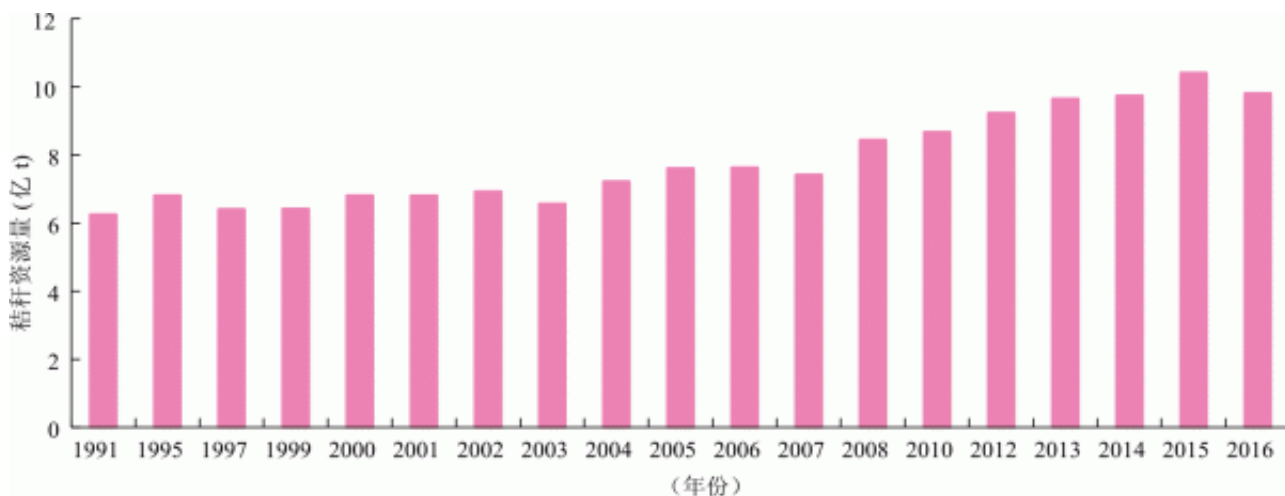


图2 1991—2016 年我国秸秆资源产生量的变化趋势

2.4农作物茬口季节矛盾

前茬作物收获与下茬作物适期播种之间的时间短促，严重影响秸秆在田间晾晒和收集，季节矛盾紧张是秸秆处置所面临的首要难题，也是造成秸秆焚烧和废弃的重要原因之一。以江苏省北部为例，主要作物轮作方式为水稻—小麦和玉米—小麦轮作。在稻麦轮作条件下，中熟中梗水精品种全生育期已延长至150-155d，半冬性小麦品种最佳播期为10月中旬，全生育期230~240d。由于当地水稻种植方式的重大改变（直播都和机插秧），使秧龄期大幅缩短（0-20d，较人工插秧少10-30d），导致水稻收获期大幅延迟，明显错过小麦播种适期，而晚播小麦的成熟期也相应推迟，导致小麦收获期与水租适栽（播）期重叠，稻麦轮作步入水稻收割晚—小麦播期迟—小麦成熟晚—水程栽插（种植）迟的循环[6]。加上稻麦收获季节降雨等气象因素，使秸秆在田间缺乏有效的处理时间[11]，对秸秆需求企业来说难以保证秸秆原料的有效供应（表1）。

表1 不同作物收获种植的茬口衔接——以江苏省北部为例

作物	品种与播种方式	适播期（月/日）	收获期（月/日）
小麦	弱春性	10/20 ~ 10/30	05/25 ~ 06/15
	半冬性	10/10 ~ 10/20	05/25 ~ 06/15
水稻	直播	06/05 ~ 06/15	11/02 ~ 11/15
	机插	06/15 ~ 06/25	10/25 ~ 11/05
	手栽	06/15 ~ 06/25	10/05 ~ 10/10
玉米	夏玉米	06/10 ~ 06/20	10/12 ~ 10/25

3秸秆综合利用存在的主要问题

3.1秸秆还田的问题

秸秆机械化粉碎直接还田是目前解决秸秆焚能问题的最主要，最有效的手段。当前在秸秆机械还田的农机和农艺枝

术方面取得了一定的进步，但就秸秆“如何还下去、如何还得好”方面，仍存在以下问题：一是农作物收获留茬过高，秸秆机械还田困难，其直接原因是机械收获陈本，以小麦秸秆为例，留茬高度从20cm降低到10cm时，收割机械工作效率下降18.7%-39.9%，油耗增加4.6%-4.7%，收割成本增加10.1-24.6元/667m²[12]中。二是还田作业成本高。以东北地区为例，要达到理想的还田效果，需经过作物收货、秸秆粉碎抛洒、旋耕破茬、撒施腐熟剂、机械翻耕、圆盘耙耙平等多道工序，每667m²作业成本本增组100元左右[13]；李建政[14]对黄淮海地区玉米秸秆还田的研究也显示，不同还田方式作业成本增加了76-88/667m²。三是配套农艺措施不完善。要达到良好的作业水平，需要对秸秆进行2次以上的粉（切）碎和旋耕，而且要与深松和定期深翻相结合。但实际生产中多数田地只能做到粉碎和旋耕1次，且后续水、肥、植保、全苗壮苗等救增技术不配套，极大影响了后茬农作物播种和正常生长。四是缺乏区域秸秆还田适宜性的研究，技术规范不明确。由于各地在土壤类型、质地及气象条件、农作制度、地形地貌等方面存在差异，在秸秆还田量、还田时序、还田方法、还田时期等方面缺乏定性与定量的研究，在秸秆还田技术推广应用中难免产生一些负效应，普遍存在着秸秆还多少、还多久、怎么还等问题[15]，实际操作中凭感觉、靠经验的现象比较普遍。五是机具设备的不配套。国产大马力拖拉机、秸秆抛撒、深翻等专用配套设备普遍缺乏，无法实现秸秆深翻还田和高效作业，同时缺乏丘区，山区秸秆快速还田相关配套机具和设备。

3.2产业化发展问题

目前，秸秆综合利用的各种途径产业化发展缓慢，产业链短或者缺失，单一效益低，辐射带动作用不强。一方面秸秆产品受“成本地板”和“价格天花板”双重挤压，秸秆资源化利用成本较高，涉及机械成本、劳动力成本，运输成本，储存成本，加工成本等，而秸秆产品价格与其相应替代的高品价格比较不具优势，产业化发展困难[16]。另一方面秸秆综合利用研究基础尚待加强、系统性、规模化和集成化的一些关键性技术难题尚待突破[17]。在肥料化利用方面，秸秆生物腐熟技术效率低，腐熟过程中还存在养分丢失问题。在饲料化利用方面，秸秆青贮防霉、氨化技术需要与饲养管理，饲料搭配、畜种改良和疫病防控等技术进一步配套组合；秸秆揉搓、菌剂添加、包膜等一体化饲用收获设备供给能力严重不足。在燃料化利用方面，秸秆气化中的焦油处理、秸秆乙醇产业化生产效益不高等一些关键性技术难题尚未完全突破；秸秆固化、碳化生产设备产量低，能耗高，寿命短的问题依然存在。在原料化利用方面，秸秆复合材料、生产板材和清洁制浆等生产工艺需要进一步完善和改良。在基料化利用方面，秸秆育秧基质、育苗基料、动物垫床等关键技术和设备突破还不够。以我国国家层面和行业层面出台的秸秆利用相关标准为例，除秸秆发电厂、秸秆板材、秸秆招气外，相关行业标准多涉及机械作业质量，缺乏秸秆产品生产技术规范，与现实利用技术衔接不够，降低了秸秆利用技术实际应用的经济、社会与生态效益（表2）。

表 2 我国秸秆综合利用行业标准现状

类型	标准号	标准名称
调查与评价类	NY/T 1701 - 2009	农作物秸秆资源调查与评价技术规范
	NB/T 34030 - 2015	农作物秸秆物理特性技术通则
	NY/T 3020 - 2016	农作物秸秆综合利用技术通则
秸秆收储运类	JB/T 12442 - 2015	大型秸秆方捆打（压）捆机
肥料化利用类	JB/T 10813 - 2007	秸秆粉碎还田机、锤爪
	NY/T 2722 - 2015	秸秆腐熟菌剂腐解效果评价技术规程
	NY/T 500 - 2015	秸秆粉碎还田机作业质量
	NY/T 504 - 2002	秸秆还田机修理技术条件
	NY/T 1004 - 2006	秸秆还田机质量评价技术规范
饲料化利用类	JB/T 7136 - 2007	秸秆化学处理机
	NY/T 1930 - 2010	秸秆颗粒饲料压制机质量评价技术规范
	NY/T 2771 - 2015	农村秸秆青贮氨化设施建设标准
	NY/T 509 - 2015	秸秆揉丝机质量评价技术规范
	GB 50762 - 2012	秸秆发电厂设计规范
能源化利用类	GB/T 30393 - 2013	制取沼气秸秆预处理复合菌剂
	JB/T 12446 - 2015	生物质处理设备秸秆烘干机
	JB/T 12447 - 2015	生物质处理设备秸秆解包机
	JB/T 11792. 5 - 2014	中大功率燃气发动机技术条件第 5 部分：秸秆气发动机
	NY/T 1017 - 2006	秸秆气化装置和系统测试方法
	NY/T 1417 - 2007	秸秆气化炉质量评价技术规范
	NY/T 1561 - 2007	秸秆燃气灶
	NY/T 2141 - 2012	秸秆沼气工程施工操作规程
	NY/T 2142 - 2012	秸秆沼气工程工艺设计规范
	NY/T 2372 - 2013	秸秆沼气工程运行管理规范
	NY/T 2373 - 2013	秸秆沼气工程质量验收规范
	NY/T 2064 - 2011	秸秆栽培食用菌霉菌污染综合防控技术规范
	LY/T 1970 - 2011	绿化用有机基质
	GB/T 21723 - 2008	麦（稻）秸秆刨花板
	GB/T 23471 - 2009	浸渍纸层压秸秆复合地板
原料化利用类	GB/T 23472 - 2009	浸渍胶膜纸饰面秸秆板
	GB/T 24675. 6 - 2009	保护性耕作机械、秸秆粉碎还田机
	GB/T 27796 - 2011	建筑用秸秆植物板材
	LY/T 2003 - 2011	滚筒式拌胶机
	LY/T 1807 - 2008	分级式铺装机

3.3收储运体系问题

秸秆收集难，运输难，储存难等问题在大部分区域尚未得到根本解决，收储运体系不完善越来越成为制约秸秆产业化发展的关键性因素。一是收铺成本高。徐亚云等[18]对华北平原不同秸秆收储运模式(分为集中型、分散型；人工收集、机械收集等)的研究表明，秸秆收储运成本一般在120-260元/t之间，秸秆收储运能耗在 $(1.2-5.5) \times 105\text{kJ/t}$ 之间；田间机械收集比人工捡拾成本低，但所需设备投资和能耗较高；二是收储运装备水平低。国内现有设备产品普遍存在实用性和可靠性较差的问题，缺乏适合不同地形的高效秸秆收集打包机械，同时机械价格较高、一次性投资大、季节性强、作业时间短，影响农民购机从事秸秆收集的积极性；三是秸秆存储用地矛盾日益突出。土地租金高或土地指标缺等因素造成收储点建设困难，目前国家层面鼓励秸秆收储用地按临时用地管理，仅少部分省份将其纳入农用地管理范畴。四是秸秆运输半径受或本限制。王雪等[19]研究表明平均每吨秸秆的运输费用为2.29元/km，不适于长距离运输；其他针对秸秆发电厂的研究也提出秸秆的运输手径小于50kamm会获得最佳经济效益[20]。

3.4激励政策问题

一方面关键性政策工具尚未破题。现有秸秆资源化利用政策以税收优惠、信贷优惠，农机购置补贴和发电上网价格补贴为主，但在秸秆还田补贴、秸秆储存用地，秸秆运输绿色通道、秸秆初加工用电和终端产品应用等关键环节最乏相应的教知收筌，不和于形或完整的产业位，另一方面结行锄合利用是一项对会公益性事业，社会效益和生态效益显著，迫切需要加大政府的扶持力度，但目前的财政补贴存在补贴作物种类有限、补贴金额有限、补贴区域有限、补贴对象重点不明确等问题[16]，且现有的资金投入渠道大多以项目的形式集中在耕地质量提升、试点建设等方面，缺乏普惠性、针对性的资金扶持，难以实现对秸秆综合利用的整体推动。以秸秆还田为例，通过粉碎、翻耕、旋耕等标准化作业后，其机械作业成本大大增加，目前只有江苏省对苏南、苏中、苏北分别实行为10、20、25元/667m²的普惠性补贴[21]，其余各地的还田补贴大多局限于一些重点地区或经济条件较好的地区（表3）。

表3 我国秸秆综合利用相关激励政策

政策名称	主要内容
1. 资源综合利用企业所得税优惠目录（财税〔2008〕117号）	农作物秸秆及壳皮生产代木产品、电力、热力及燃气，且产品原料70%以上来自所列资源，在计算应纳税所得额时，减按90%计入当年收入总额
2. 关于完善农林生物质发电价格政策的通知（发改价格〔2010〕1579号）	农林生物质发电项目，统一执行标杆上网电价每千瓦时0.75元
3. 资源综合利用产品及劳务增值税优惠目录（财税〔2015〕78号）	农作物秸秆生产纸浆和纸等，产品原料70%以上来自所列资源，符合相关标准，退税比例50%；以农作物秸秆等生产生物质压块、沼气等燃料，电力、热力，且产品原料或燃料80%以上来自所列资源，符合相关标准，退税比例100%；农作物秸秆等生产纤维板、刨花板、细木工板、生物炭、活性炭、栲胶、水解酒精、纤维素、木质素、木糖、阿拉伯糖、糠醛、箱板纸等，且产品原料95%以上来自所列资源，退税比例70%
4. 2018—2020年农机购置补贴实施指导意见（农办财〔2018〕13号）	中央财政资金实际补贴比例在30%上下一定范围内浮动符合政策规定。列入补贴目录的相关机械有：搂草机、打（压）捆机、秸秆粉碎还田机、茎秆收集处理机械等

4 秸秆综合利用对策建议

4.1 推进县域秸秆全量利用

我国秸秆量大、面广，必须走“区域统筹、整体推进”的全量化利用路径，才能破解秸秆禁烧和综合利用难题，大规模地实现秸秆资源化利用[22]。各地应遵循中办国办印发的《关于创新体制机制推进农业绿色发展的意见》要求、以县域为单元，按照“估算秸秆资源与可收集量、调研秸秆综合利用现状、确定维持地力的秸秆还田量、设计秸秆离田利用的比例关系、合理布局秸秆产业和收储场地、健全秸秆全量处理利用的政策保障体系”[23]等基本设计思路编制秸秆全量化利用实施方案，在县域范围内因地制宜地推广“秸秆农用十大模式”[24]，优化“五料化”利用产业布局。

4.2 分区施策确定秸秆利用方向

综合考虑不同区域的作物品种、种养业结构、地理气候、生产生活用能等，因地制宜确定秸秆综合利用的主攻方向。总体来看，东北玉米单作区应以秸秆还田为主，能源燃料化和饲料化为辅；西北农区应以秸秆肥料化、饲料化同步推进为主；黄淮海玉米—小麦轮作区、长江中下游水稻（油菜）—小麦轮作区以秸秆还田肥料化利用为主，以饲料化利用为辅；华南水稻—水稻轮作区农区则主推秸秆还田利用[2]。各地区的秸秆还田方式也应有所不同。东北玉米单作区可重点推广秸秆粉碎深翻还田技术，即玉米机收、秸秆粉碎（10cm以内）—机撒腐熟剂、氮肥—大马力深翻（2—3年一次，耕层30cm以上）—旋耕整地。黄淮海玉米—小麦轮作区的小麦秸秆采取机收粉碎—高留茬—免耕玉米播种的技术流程，玉米秸秆还田可采取籽粒机收、秸秆粉碎（10cm以内）—机撒腐熟剂、氮肥—深翻（3年一次，耕层25cm以上）—旋耕整地的技术流程。长江中下游、华南地区的水稻秸秆适宜采取稻谷机收，秸秆切碎匀抛—秸秆日晒1—2d（秸秆含水率低时可忽略）—甩刀式秸秆粉碎机粉碎—旋耕（耕层15cm以上）—施肥—下茬作物种植的技术流程[24]。

4.3 加强政策工具创设

将秸秆综合利用政策纳入农业绿色发展政策框架内，不断引导经济激励型政策工具的优化集成和创设配套[1]。在秸秆还田方面，建议由中央和省级财政资金对实施秸秆还田的成本增量按照60%予以补贴；同时对秸秆还田所需的大马力拖拉机、高质量秸秆粉碎机、腐熟剂喷洒设备等进一步提高农机购置补贴标准，实行不限量敞开补贴。在秸秆离田利用方面，建议各地将秸秆收储点和堆场等用地纳入设施农用地管理；落实秸秆初加工享受农业用电价格政策，并逐步扩大到秸秆转化利用全链条给予一定的用电价格优惠；参照鲜活农产品运输“绿色通道”的做法，享受运输费用减免政策；推动秸秆收储，加工企业享受资源综合利用企业、农产品加工企业所得税优惠政策落实到位，并真正纳入绿色信贷统计制度。

4.4 扩大试点示范引导

建议进一步加大财政资金投入，把农财两部实施的秸秆综合利用试点范围扩大到所有大气污染防治重点地区和粮棉主产区。在试点区域、以县为单元因地制宜确定秸秆综合利用的结构和方式，探索秸秆还田、秸秆离田和终端产品应用的补贴标准，培育秸秆综合利用经营主体，形成工作措施、技术措施、政策措施相配套的整县推进秸秆利用模式，健全政府、企业与农民三者利益统一的联结机制，不断提升秸秆综合利用的市场化、产业化发展水平。

参考文献

- [1] 贾秀飞, 叶鸿蔚. 秸秆焚烧污染治理的政策工具选择——基于公共政策学、经济学维度的分析. 干旱区资源与环境, 2016, 30 (1): 36-41.
- [2] 石祖梁, 等. 我国农作物秸秆综合利用现状及焚烧碳排放估算. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (9): 32-37.
- [3] 李飞跃, 汪建飞. 中国粮食作物秸秆焚烧碳排放量及转化生物炭固碳量的估算. 农业工程学报, 2013, 14 (29): 1-7.
- [4] 石祖梁, 等. 我国东北地区农村生活能源消费结构与变化趋势分析. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (8): 122-127.
- [5] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2017.
- [6] 石祖梁, 等. 秸秆产生利用现状调查与禁烧面临难点分析——以江苏省某乡镇为例. 农业资源与环境学报, 2014, 31 (2): 103-109.
- [7] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2016.
- [8] 王飞, 等. 东南丘陵区农村生活能源消费结构时空变异分析. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (10): 121-126.
- [9] 谢光辉, 等. 中国作物秸秆资源评估研究现状. 生物工程学报, 2010, 26 (7): 855-863.
- [10] 王亚静, 等. 基于农业供给侧结构性改革背景的秸秆资源与利用研究. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (6): 13-20.
- [11] 张斯梅, 等. 江苏省稻麦秸秆收集利用现状分析及对策. 生态与农村环境学报, 2014, 36 (6): 706-710.
- [12] 周颖, 等. 小麦秸秆机械化还田低留茬的农机油耗补贴政策实证研究——以河北省徐水县小麦收割机跟踪调查为例. 中国农机化, 2012, 6: 21-25.
- [13] 鲁明胜. 基于农户视角的双阳区秸秆综合利用问题研究. 长春: 吉林农业大学, 2017.
- [14] 李建政. 秸秆还田农户意愿与机械作业收益实证研究. 北京: 中国农业科学院, 2011.
- [15] 常志州, 等. 对稻麦秸秆还田问题的思考. 江苏农业学报, 2014, 30 (2): 304-309.
- [16] 郑军, 史建民. 我国农作物秸秆资源化利用的特征和困境及出路——以山东为例. 农业现代化研究, 2012, 33 (3): 354-358.
- [17] 陈卓. 我国秸秆资源利用与农业循环经济发展. 中国农学会秸秆资源综合利用分会成立大会暨高峰论坛, 2010, 18-21.
- [18] 徐亚云, 等. 不同农作物秸秆收储运模式成本和能耗比较. 农业工程学报, 2014, 30 (20): 259-267.
- [19] 王雷, 等. 泗洪县车门乡稻麦秸秆收储运设施选址. 农业工程学报, 2015, 31 (22): 250-255.
- [20] 檀勤良, 等. 生物质发电燃料收集成本测算模型及实证分析. 中国科技论坛, 2014, 5: 117-123.
- [21] 石祖梁, 等. 我国农作物秸秆综合利用发展模式及政策建议. 中国农业科技导报, 2016, 18 (6): 16-22.
- [22] 常志州, 等. “区域统筹、整体推进、终端扶持”是破解秸秆禁烧与全量利用的根本出路. 农业资源与环境学报, 2015, 32 (4): 321-326.
- [23] 王飞, 等. 区域秸秆全量处理利用的概念、思路与模式探讨. 中国农业资源与区划, 2016, 37 (5): 8-12.
- [24] 王久臣, 等. 秸秆农用十大模式. 北京: 中国农业出版社, 2017.

原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/196967.html>