

“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

常志州, 石祖梁, 张斯梅, 杨四军

(江苏省农业科学院农业资源与环境研究所, 农业部长江下游农业环境重点实验室, 江苏省农业废弃物资源化工程技术研究中心, 江苏 南京 210014)

摘要: 秸秆焚烧是全社会高度关注的环境问题, 文章分析了当前秸秆禁烧与综合利用工作存在的管理、政策及技术等问题, 提出了“区域统筹、乡为基础、收还结合、政策引导、市场运行”的秸秆全面禁烧与全量利用工作思路, 并指出在技术上应着重围绕“区域控制、收还统筹、突破收集、开拓用途、创新机制”开展攻关与集成创新。此外, 分析了乡(镇)域尺度上实施“区域统筹与整体推进”秸秆全量利用策略的效果。在江苏省泗洪县车门乡的实践证明: 采用区域统筹、整体推进的策略, 可有效实现区域内秸秆全量利用与全面禁烧的目标。

关键词: 秸秆; 禁烧; 全量利用; 区域统筹; 整体推进

中图分类号: X-01

文献标志码: A

文章编号: 2095-6819(2015)04-0321-06

doi: 10.13254/j.jare.2014.0343

‘Overall Regional Planning, Whole Advancement, and Terminal Offer’ is the Fundamental Outset for Prohibition of Burning Straw in Field and Total Utilization of Straws in China

CHANG Zhi-zhou, SHI Zu-liang, ZHANG Si-mei, YANG Si-jun

(Institute of Agricultural Resources and Environment, Jiangsu Academy of Agricultural Science, Key Laboratory of Agri-environment in Downstream of Yangtze Plain, Ministry of Agriculture, Jiangsu Agricultural Waste Treatment and Recycle Engineering Research Center, Nanjing 210014, China)

Abstract: Straw burning is a serious problem, which draws high attention from the whole society. In this study, the issues of management, policy and techniques regarding to the straw burning and its integrated utilization were analyzed. Based on the analysis results, a novel strategy, i.e., overall regional planning, village basis, combination of collection and returning, policy guidance and market operation, was raised to inhibit straw burning and enhance the efficiency of straw utilization. In technology, the methods of regional control, balance of harvest and return, effective collection, improving application, creative mechanism were emphasized. In addition, the effect of total utilization replying on the method of overall regional planning and whole advancement was presented on the village-scale. The application results in Chemen Township, Sihong County, Jiangsu Province showed that the goal of total utilization of straws and prohibition of burning in the regional scale could be achieved according to the novel strategy.

Keywords: straw; prohibition of burning; all straw utilization; overall regional planning; whole advancement

近年来,农作物秸秆田间地头无序焚烧或随意遗弃引发的环境污染问题,已引起全社会及各级政府的高度关注。2008年国务院办公厅下发了《关于加快推进农作物秸秆综合利用的意见》(以下简称《推进意见》),2009年国家发展改革委和农业部联合发布了《关于

印发编制秸秆综合利用规划指导意见的通知》,2012年国家发改委、农业部、财政部联合印发了《“十二五”农作物秸秆综合利用实施方案》。2009年江苏省人大常委会审议通过了《关于促进农作物秸秆综合利用的决定》(以下简称《决定》),同年江苏省政府还制定了《江苏省农作物秸秆综合利用规划(2010—2015年)》(以下简称《规划》),此后,各级政府还出台了一系列推进秸秆还田与综合利用优惠或补贴政策,农业部张桃林副部长在全国农业资源与环境保护工作会议上

收稿日期: 2014-12-02

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目[CX(12)1002]

作者简介: 常志州(1957—),男,江苏句容人,硕士,研究员,主要从事农业废弃物资源化研究。E-mail: czhizhou@hotmail.com

明确提出:加大秸秆机械化还田力度,全面推进秸秆循环利用^[1]。与此同时,社会各界围绕农作物秸秆的全面禁烧、秸秆还田、秸秆收集利用、生态补偿等方面,开展了大量调查研究与科学试验,近3年发表各类文章6 000多篇。

以上相关政策的出台、科技进步与各级政府强力监督管理、严防死守,极大地推动了秸秆禁烧与综合利用工作,减少了秸秆资源的浪费和秸秆焚烧或遗弃对环境的污染。但仍然存在着禁烧时段内时有焚烧、禁烧期后大量集中焚烧及秸秆随意遗弃有增无减等现象。

对此,笔者分析了秸秆禁烧与综合利用工作中存在的问题,在此基础上认为只有走“区域统筹、乡为基础、收还结合、政策引导、市场运行”之路,才能破解秸秆禁烧与全量利用的难题。就此观点,笔者结合实践进行以下分析,供读者讨论或政府决策时参考。

1 当前秸秆禁烧与综合利用工作存在的问题

1.1 在管理与政策方面

(1)法规-规划-财政资金不配套。江苏省人大《决定》规定:“财政部门应当加大对秸秆综合利用的支持力度,将秸秆综合利用资金列入财政预算,对秸秆还田、秸秆气化、固化成型等资源化利用给予适当补助”,“省财政应当将秸秆还田、打捆、青贮等机具纳入农业机械购置补贴范围,并对秸秆机械化还田作业给予补贴”;省政府《规划》提出,到2015年秸秆综合利用达90%以上,并分解了秸秆不同利用途径应分别达到的利用率指标;两者对比,可以看出,无论是财政扶持对象还是补贴标准,均未对应于规划中提出的目标。例如:《规划》中要求秸秆饲料化、基料化等利用率达7%,而《决定》未将其列入补贴对象,而江苏省政府《关于加快推进秸秆综合利用若干政策措施的通知(苏政办发(2013)184号)》中,也未能将其列入扶持对象;部分秸秆综合利用项目虽然列入了省、市、县各级政府财政资金扶持对象,但其补贴标准缺乏科学依据或较低,难以使秸秆还田持续推进、秸秆利用企业化运行。

(2)法规-规划-技术支撑不到位。主要表现在:①江苏省人大《决定》或江苏省政府《规划》提出了秸秆利用中存在的技术难点问题,而科技管理部门未能相应地安排科技计划;②技术不配套,如秸秆气化或生物转化等技术攻关中,并未考虑秸秆收集、机械或人工收集秸秆的理化特性差异等,难以实现实验室或

中试达到的技术经济指标;再如,秸秆还田仅考虑如何将秸秆还下去,而未充分考虑还田与后续栽种技术相衔接,也未考虑秸秆还田过程中的能耗及可能引发的负面环境效应等问题^[2]。

(3)环保-农机-农业不协调。现行秸秆利用与禁烧工作采用条块式管理体制,环保部门负责禁烧,农机部门负责秸秆还田,农委负责秸秆综合利用,由于各部门缺少项目间协调,导致①部分地区项目重叠,出现秸秆收贮企业因秸秆全部还田而无秸秆可收;②强调秸秆收贮利用,使部分田块长期得不到还田秸秆,土地持续生产能力下降;③既无秸秆还田也无综合利用等项目资助的区域,秸秆禁烧压力巨大,工作难以开展。造成了秸秆利用与禁烧工作时好时坏、此好彼坏等现象,加大了秸秆禁烧工作的难度,且难以持续发展。

(4)农民-干部-政府责任界线不清。①作为“经济人”的农民,在如何利用秸秆或焚烧的取舍上,是由成本-收益核算决定,以私人成本最小化或收益最大化原则来调整自身经济行为^[3]。但国家《大气污染防治法》、《环境保护法》等法律均明文规定:“一切单位和个人都有保护环境的义务”,江苏省人大《决定》也明确提出“任何单位和个人不得将秸秆弃置于河道、湖泊、水库、沟渠等水体内”,如何界定秸秆禁烧中作为秸秆产生者的农民应负多大责任或应承担多少成本,并无明确规定;②国务院《推进意见》以及江苏省人大《决定》指出:“地方各级人民政府是推进秸秆综合利用和秸秆禁烧工作的责任主体”,在秸秆禁烧工作实施中,采取了各区县与各乡镇、村逐级签订秸秆综合利用责任状的方式,由各村镇干部直接承担秸秆禁烧的责任,而村镇干部既无执法权,也无行政处罚权,更无秸秆还田或秸秆综合利用等项目话语权、管理权,无疑加重了秸秆禁烧工作管理中的混乱、干群关系恶化、行政成本过高等不良现象。

1.2 在技术方面

(1)关键技术有待突破。近年,围绕农作物秸秆综合利用,各级政府及社会各行各业科研机构均投入了大量人力物力,开展了广泛、系统、深入且卓有成效的研究工作,形成了秸秆利用的“5F”技术,即Fertilizer(肥料)、Fodder(饲料)、Fuel(燃料)、Fiber(纤维)、Feed stock(原料)^[4],这些技术成果的广泛应用,为推动秸秆禁烧工作起到了关键性的支撑作用。也正因为如此,使许多科技或行政主管部门误认为,秸秆利用技术已有数十种,无需再开发秸秆新用途或现有技术无需再

提升,而事实上,无论是大到全省范围还是缩小到一个乡镇范围,现有的秸秆利用途径均无法解决秸秆全部出路问题,最重要的原因之一是关键技术并未真正突破,现有技术在应用时问题较多或经济性不好。例如,秸秆还田,长期大量秸秆还田综合效应及最少归还量至今仍不清楚,不同还田技术及装备在不同区域的适宜性缺少评价,还田技术如何面对秸秆产生量越来越高、收种季节矛盾越来越突出的问题^[5],等等,以至于秸秆还田技术年年有进步,但年年都有因秸秆还田造成作物减产、农民积极性不高的报道;再如,秸秆收集装置种类繁多,但运行效率低、易损坏,且与农时季节矛盾突出等^[6],这都有待于技术完善、关键技术及装备的突破,从而在技术先进性、可靠性、稳定性、经济性与可操作性等结合上实现质的飞跃。

(2)技术单一、不配套、不系统。由于秸秆还田、秸秆禁烧与秸秆利用隶属于不同部门管理,部门立项时较少考虑与其他部门技术相衔接;即使是科技管理部门立项时,也多考虑单项关键技术突破或追求技术创新性,而较少考虑所突破技术与已有或后续配套技术的关联配套问题,创新技术如何解决大量、分散、短时集中原料来源问题,结果“路修好桥未造或桥造好路不通”现象屡见不鲜,例如:众多秸秆发电厂收集不到足够的秸秆^[6];实际收集的秸秆与实验室所用秸秆存在较大理化性状差异,使科技成果在产业化过程中难以达到预期的技术指标;强调麦秸还田,致使稻田温室气体排放大量增加等^[7-9],均大大降低了秸秆利用技术实际应用的经济、社会与生态效益。

2 破解秸秆全面禁烧难题的技术路线

针对秸秆禁烧工作中存在的问题,为全面推进秸秆全量利用,实现秸秆禁烧与利用的可持续发展,笔者提出“区域统筹、乡为基础、收还结合、政策引导、市场运行”的观点,认为在技术上应着重围绕“区域控制、收还统筹、突破收集、开拓用途、创新机制”等方面开展技术攻关,实现关键技术突破,为秸秆全面禁烧与全量利用提供技术支撑。

2.1 确立区域统筹、整体推进的秸秆禁烧工作思路

工作中应以乡(镇)与县域为尺度,对区域内秸秆产生量及时空分布,秸秆收集、还田数量及空间布局,秸秆还田时序及空间布局等进行统筹;着眼运行机制建立与长效运行,还应统筹农民利益及责任、政府责任、企业运行利润。国务院《推进意见》中指出:“地方各级人民政府是推进秸秆综合利用和秸秆禁烧工作

的责任主体”,“统筹规划,完善秸秆禁烧的相关法规和管理办法,抓紧制定加快推进秸秆综合利用的具体政策,狠抓各项措施和规定的落实,努力实现秸秆综合利用和禁烧目标”。笔者提出的以块为主体、以乡(镇)域为尺度,进行秸秆禁烧与全量利用工作统筹的理念,符合中央文件精神。张立萍^[10]也提出结合不同农作物秸秆特性、区域分布情况、区域能源结构等具体情况,制定不同区域秸秆综合利用方案。

区域统筹,应以乡(镇)域尺度为基础与重点,这不仅因为乡政府是秸秆综合利用和秸秆禁烧工作的最直接、最基层的责任主体,还因为在现行秸秆禁烧与利用工作条块管理模式中,乡是“条线”管理的汇集点,是“块”管理的最集中体现;其次,以江苏省为例,现乡(镇)平均耕地面积约为5 400多 hm^2 ^[11],稻麦秸秆产生量约在7万~10万t之间,可收集数量在3万~5万t之间,如果进行秸秆收集,在不压缩的条件下,收集运输距离小于30 km,收集量可满足一般企业所需要的规模数量,符合秸秆经济收集所要求的半径范围^[12];再次,现行的农民合作经济组织,特别农机化服务合作组织,均以乡或镇为单元或数个行政村进行组建,以乡或镇域为尺度,进行秸秆还田或收集利用统筹,便于农机服务组织统一调度与安排。

2.2 确立区域秸秆“收还结合”的利用策略

所谓“收还结合”,就是要统筹好区域内秸秆还田面积与秸秆收集面积、秸秆还田田块与收集田块、一年两季与多年之间等相互关系,统筹好秸秆综合利用与土地生产能力持续提升之间的关系。至于如何统筹收还结合,已有研究表明,要实现土壤生产力维持与持续提高,必须保证一定量秸秆还田或有机肥施用,仅施用化学肥料,虽然对稻麦产量影响不大,但影响其产量的稳定性,且难以显著提高土壤肥力水平^[13]。美国科学家的研究结果也表明,在美国现有土壤肥力状况下,最大可收集秸秆利用量仅占秸秆总量的30%~50%^[14]。如果稻麦两季秸秆长期全量还田或麦玉两季秸秆还田,只要秸秆还田方法与技术措施得当,可避免因秸秆还田对作物生长产生的负面影响,且会提升土壤肥力、提高产量及土壤固碳量,在技术上是可行的,但对稻麦轮作区而言,它会带来稻田温室气体排放,会增加麦玉轮作区灌溉水用量,且产生增加机械能耗、破坏土壤结构等负面影响。因此,需要更科学合理地平衡秸秆收集与还田的相互关系。

2.3 构建基于政策引导下的秸秆利用市场运行机制

国务院《推进意见》中指出:“加大政策引导和扶

持力度,利用价格和税收杠杆调动企业和农民的积极性,形成以政策为导向、企业为主体、农民广泛参与的长效机制”。现阶段各级政府均出台若干有关秸秆还田或综合利用的扶持政策,以期引导秸秆禁烧与综合利用工作走向常态化与长效化,但事实上,“整体工作仍呈现出条块分割、模式化、阶段性和运动式的特点”^[15],如何做好政策引导及扶持工作,仍需不断探索。笔者提出要真正实现秸秆综合利用的市场化运作,应做好 4 个方面的政策引导工作:

一是引导农民提高责任意识。农民作为“经济人”,会以私人成本最小化或收益最大化来调整自身经济行为,但焚烧或遗弃秸秆会产生负外部性,即焚烧秸秆让他人和社会受损,造成环境污染、影响交通等^[16],但农民却没有承担应有的成本,虽然政府制订秸秆禁烧政策,对相关的污染进行罚款或者收费,让污染者承担相应社会成本,但农村的分散性与农民“经济人”的经济弱势性质,使得禁烧政策实施困难,故需要更多的政策引导,让农民在秸秆禁烧与综合利用中,树立起应有的责任意识。

二是引导科技管理部门更多更持续地将公共财政资金投入到秸秆还田和收集利用的关键技术攻关与关键设备研发的公共利益领域。江苏省人大《决定》及张副部长^[1]的讲话均要求“农业、科技、农机等部门应当优先安排资金,重点支持秸秆综合利用技术与设备的研究开发项目”,但长期以来,科技资源分散、项目短视化,以及农情、农艺及社会情况不断变化等因素,使得秸秆收集利用的关键技术与设备至今未得到有效解决,已有还田与利用技术面临新挑战,因而需要政府进一步加大力度引导各类科技管理部门,在不同区域设立中长期和近期目标,整合科技资源,持续支持,形成秸秆收集、利用技术协同创新、持续创新的局面。

三是引导环境受益者,从道义、资金、人才、技术等方面支持秸秆禁烧与秸秆综合利用的各项工作。秸秆禁烧不仅仅是环保或农业等部门问题,还要涉及公安、消防、银行、保险、林业、电力、科技、交通、铁路、民航等部门^[17],因此,需要各部门达成共识,并能协同共管;此外,这些部门同时也是秸秆禁烧后的环境受益者,应该分担秸秆综合利用的投入^[18]。作为秸秆禁烧与综合利用责任主体的各级政府,理应从政策上、舆论上加大宣传与引导,让更多的行业关注秸秆禁烧工作,支持秸秆综合利用。

四是引导各种有限的公共财政资金集中投向有

利于秸秆终端利用市场化运作方向。综合分析从中央到省、市(县)各级政府出台的有关秸秆还田或利用的扶持政策,可以发现,各种优惠或扶持政策均以单一技术或单一节点或项目化或运动式等为主,部门间各唱各的调,较少考虑区域、技术、全程、连续性等,又由于秸秆收集利用涉及众多技术环节,利用方式五花八门,使政府难以实现扶持政策的科学性、合理性、完整性、系统性,即使能够出台此类政策,也无法实现有效管理与监督。因而,笔者建议以技术效率与市场价格为标准,建立起扶持或补贴秸秆终端利用者或企业的政策架构,以促进秸秆利用,包括还田利用,拉动秸秆收集、储运、加工技术的创新与市场化运作机制的建立,引导各类扶持政策或资金,统一到促进秸秆收集利用的市场化运行方向,确保秸秆禁烧与利用的可持续发展。

2.4 遵照“区域控制、收还统筹、突破收集、开拓用途、创新机制”的思路,攻克关键技术,提升与完善技术体系

在秸秆还田技术方面,需要着重解决“如何还、还下去、还得好”的问题,同时需要结合不同轮作与耕作制度、不同土壤类型与墒情、不同经营方式与田块大小等实际情况,开发相应农机、农艺相结合的秸秆还田技术。此外,还需要回答诸如“适宜还田量、最大还田量、最小还田量以及还田时序优选方案”等问题。秸秆收集上,需要着重解决田间 100 m“如何收、收上来”的难点技术与装备,同时,需要满足收种转换季节紧、收集低成本高效要求,协调好收集秸秆与其后续利用间的衔接问题。在秸秆利用上,目前各种利用技术已有数十种,甚至达百种以上,但能够短时间且大量消纳秸秆的利用方法或途径少之又少,尤其缺少可“大量、快捷与经济”的秸秆利用方法,缺少可本地消纳的秸秆利用技术。因此,需要因地制宜,开拓秸秆利用新途径,创造秸秆利用新潜力,从根本上解决“用得掉、用得好”的问题。在机制创新上,应解决好秸秆禁烧与利用中的“谁主导、谁运行、补多少、补给谁”的问题,真正构建起基于政策引导下的区域秸秆全量利用市场化运行体制与机制。通过技术创新、装备研发、机制创新,构建秸秆利用的全程化技术,实现区域秸秆的“全区域、全年、全量利用”目标。

3 “乡(镇)域稻麦秸秆全量利用技术”的实践

2009 年以来,笔者提出乡(镇)域稻麦秸秆全量利用技术研究,2012 年选择江苏省泗洪县车门乡作

为推进乡(镇)域秸秆全量利用技术应用的试点。期间调查了该乡秸秆产生量、秸秆利用与农机装备现状,抽样调查了村干部以及农户对秸秆禁烧与利用的意愿,分析了秸秆利用的可能途径与潜力;基于稻麦秸秆全量利用目标,提出了近、中期稻麦、玉米秸秆还田时序、空间布局与秸秆收集、储存方案,摸清了不同途径秸秆利用数量,同时规划了秸秆收储点布局,初步设计了秸秆全量利用的运行机制。

依据秸秆全量利用方案,对全乡种植结构进行了优化布局,使全乡稻麦收获季节尽可能拉开,为秸秆还田或收集腾出更长的时间;扩大玉米秸秆收集量、增加稻秸还田量、压缩麦秸还田面积与还田量;大力推广小麦套播稻秸覆盖还田与稻收麦播秸秆覆盖还田同步技术、稻麦收割与秸秆打捆收集同步化技术及装备;因地制宜地研制并集成创新稻草包裹青贮饲喂奶牛与秸秆块墙体日光温室技术,努力拓宽秸秆用途;开展技术培训、技术示范,并利用各种途径与手段对农民进行秸秆禁烧危害及应承担责任的宣传教育,提高农民在秸秆禁烧与利用中责任意识,形成农民积极参与秸秆利用的良好氛围;地方政府给予了秸秆还田、秸秆收集与秸秆成型制颗粒所需要的配套资金,同时规划留足用于秸秆收集堆储所需土地,大力推进土地规模经营,乡政府还为此成立了工作组,共同推动全乡秸秆禁烧与全量利用工作。

经过2年多的实践,取得了良好的效果:全乡新添置用于秸秆粉碎还田的农机装备400多台(套);新增秸秆收集与秸秆制粒装备12台(套);建立4个秸秆收储点,年收储量达2万t;新增稻秸包裹青贮生产线1条,年增加秸秆利用量7000t;培植秸秆收储与制粒加工企业3个,全年秸秆收储量达2万t以上;新建秸秆块墙体日光温室大棚3座;农民抵制秸秆田间焚烧的环境意识与处置秸秆的责任意识均大幅提高,全乡已基本消除秸秆焚烧或随意丢弃现象,初步形成乡域秸秆全量利用的长效运行机制。

4 结论

采用“区域统筹、整体推进、终端扶持”的策略,推进区域秸秆全面禁烧与全量利用工作,可以突显秸秆禁烧与利用的责任主体,明晰驱动秸秆全量利用市场化运行的工作着力方向,推进秸秆利用全程化技术体系的构建,维护或平衡好农民、社会与政府的利益,有利于实现秸秆可持续生产与可持续高值化利用、农业可持续发展与环境友好的多重目标。

参考文献:

- [1] 张桃林. 增强责任感提高执行力 努力开创农业资源环境保护工作新局面[J]. 农业资源与环境学报, 2014, 31(6): 487-494.
ZHANG Tao-lin. Address of vice minister of Ministry of Agriculture of China on National Agriculture Resources and Environment Working Conference[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(6): 487-494. (in Chinese)
- [2] 常志州, 王德建, 杨四军, 等. 对稻麦秸秆还田问题的思考[J]. 江苏农业学报, 2014, 30(2): 304-309.
CHANG Zhi-zhou, WANG De-jian, YANG Si-jun, et al. Thoughts on returning straw to field[J]. *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, 2014, 30(2): 304-309. (in Chinese)
- [3] 林向红, 孙 玮. 关于农作物秸秆“焚烧”与“禁烧”的经济问题研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(31): 17878-17879, 17882.
LIN Xiang-hong, SUN Wei. Research on economic problems of burning straw and its prohibition[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2010, 38(31): 17878-17879, 17882. (in Chinese)
- [4] 高 翔. 江苏省农作物秸秆综合利用技术分析[J]. 江西农业学报, 2010, 22(12): 130-133.
GAO Xiang. Analysis on comprehensive utilization technique of crop straw in Jiangsu Province[J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2010, 22(12): 130-133. (in Chinese)
- [5] 石祖梁, 杨四军, 常志州, 等. 秸秆产生利用现状调查与焚烧面临难点分析——以江苏省某乡镇为例[J]. 农业资源与环境学报, 2014, 31(2): 103-109.
SHI Zu-liang, YANG Si-jun, CHANG Zhi-zhou, et al. Investigation of straw yield and utilization status and analysis of difficulty in prohibition straw burning: a case study in a township in Jiangsu Province, China[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2014, 31(2): 103-109. (in Chinese)
- [6] 张 钦, 周德群. 江苏省秸秆发电的现状分析及对策[J]. 中国软科学, 2010(10): 104-111.
ZHANG Qin, ZHOU De-qun. Analysis on present situation of generating electricity by burning straw in Jiangsu Province[J]. *China Soft Science*, 2010(10): 104-111. (in Chinese)
- [7] 张岳芳, 陈留根, 朱普平, 等. 秸秆还田对稻麦两熟高产农田净增温潜势影响的初步研究[J]. 农业环境科学学报, 2012, 31(8): 1647-1653.
ZHANG Yue-fang, CHEN Liu-gen, ZHU Pu-ping, et al. Preliminary study on effect of straw incorporation on net global warming potential in high production rice-wheat double cropping systems[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2012, 31(8): 1647-1653. (in Chinese)
- [8] 贺 京, 李涵茂, 方 丽, 等. 秸秆还田对中国农田土壤温室气体排放的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(20): 246-250.
HE Jing, LI Han-mao, FANG Li, et al. Influence of straw application on agricultural greenhouse gas emissions in China[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2011, 27(20): 246-250. (in Chinese)
- [9] 逯 非, 王效科, 韩 冰, 等. 稻田秸秆还田: 土壤固碳与甲烷减排[J]. 应用生态学报, 2010, 21(1): 99-108.
LU Fei, WANG Xiao-ke, HAN Bing, et al. Straw return to rice paddy:

- Soil carbon sequestration and increased methane emission[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(1): 99–108.(in Chinese)
- [10] 张立萍. 我国农作物秸秆资源化综合利用的思考[J]. 中国农业信息, 2013(5): 15–16.
ZHANG Li-ping. Thoughts on crop straw resources comprehensive utilization in China[J]. *China Agriculture Information*, 2013(5): 15–16.(in Chinese)
- [11] 江苏省土地利用总体规划(2006—2020 年)[R]. 索引号 014000060/2012–51064, 2010.
General plans for land use in Jiangsu Province (2006—2010)[R]. 014000060/2012–51064, 2010(in Chinese)
- [12] 邢爱华, 刘 罡, 王 垚, 等. 生物质资源收集过程成本、能耗及环境影响分析[J]. 过程工程学报, 2008, 8(2): 305–313.
XING Ai-hua, LIU Gang, WANG Yao, et al. Economic, energy and environment analysis on biomass collection process[J]. *The Chinese Journal of Process Engineering*, 2008, 8(2): 305–313.(in Chinese)
- [13] 吴家旺, 朱小梅, 薛良鹏, 等. 秸秆还田对稻麦产量的影响研究进展[J]. 现代农业科技, 2011(23): 92.
WU Jia-wang, ZHU Xiao-mei, XUE Liang-peng, et al. Effects of straw returning on yield formation of rice and wheat[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2011(23): 92.(in Chinese)
- [14] TAN Z, LAL R, LIU S. Using experimental and geospatial data to estimate regional carbon sequestration potential under no-till management[J]. *Soil Science*, 2006, 171(12): 950–959.
- [15] 徐 勇, 勇 强, 余世袁. 构建秸秆高效综合利用体系的对策与措施——以江苏省为例[J]. 生物质化学工程, 2013, 47(3): 11–16.
XU Yong, YONG Qiang, YU Shi-yuan. Strategies and measures to construct an effective comprehensive utilization system of crop straw-taking: Jiangsu Province as an example[J]. *Biomass Chemical Engineering*, 2013, 47(3): 11–16.(in Chinese)
- [16] 张会恒. 政府规制工具的组合选择: 由秸秆禁烧困境生发[J]. 公共管理, 2012(10): 136–141.
ZHANG Hui-heng. Government regulatory tool assemble selection: From the predicament of prohibiting burning straw[J]. *Public Management*, 2012(10): 136–141.(in Chinese)
- [17] 杨孝海. 秸秆禁烧与综合利用的问题与对策[J]. 甘肃农业, 2003(8): 23.
YANG Xiao-hai. Problems and its countermeasures of straw burning prohibition and comprehensive utilization[J]. *Gansu Agriculture*, 2003(8): 23.(in Chinese)
- [18] 吴克伟, 刘明华, 金 英. 上海秸秆禁烧和综合利用的目标与对策[J]. 上海农村经济, 2000(9): 8–11.
WU Ke-wei, LIU Ming-hua, JIN Ying. Target and countermeasures of straw burning prohibition and comprehensive utilization in Shanghai[J]. *Shanghai Rural Economics*, 2000(9): 8–11.(in Chinese)