



秸秆综合利用

JIEGAN ZONGHE LIYONG

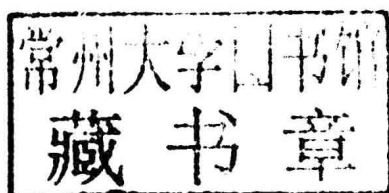
农业部科技教育司 组编
中国农学会



中国农业出版社

秸秆综合利用

农业部科技教育司 组编
中国农学会



中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

秸秆综合利用/农业部科技教育司, 中国农学会组编. —北京: 中国农业出版社, 2010.9
ISBN 978-7-109-14880-2

I. ①秸… II. ①农… ②中… III. ①秸秆—综合利用 IV. ①S38

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第153842号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路2号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 孟令洋 冯桂真

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2011年5月第1版 2011年5月北京第1次印刷

开本: 700mm×1000mm 1/16 印张: 6

字数: 120千字

定价: 32.00元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前言

秸秆是一种多用途和可再生的生物资源，“用则利，弃则害”。长期以来，秸秆除少量用于垫圈、喂养牲畜，部分用于堆沤肥外，大多用于农民生活的基本燃料。近些年来，随着我国农业生产的快速发展，农作物秸秆的生产量也越来越大，农作物秸秆出现了地区性、结构性和季节性过剩。从而导致在一些粮食主产区和部分沿海地区，每逢“三夏”、“三秋”季节，总有大量的小麦、玉米、水稻等秸秆在田间被直接焚烧，并且屡禁不止，不仅浪费了宝贵的资源，而且污染大气环境，威胁交通运输安全，影响城乡居民生活。秸秆“变废为宝”和综合利用已成为一个亟待解决的课题。

目前，我国每年可产生7亿多吨秸秆，秸秆资源数量大、种类多、分布广，已备受社会有关方面的关注，秸秆综合利用技术正不断研发并取得新成果。这些技术的推广普及，能使秸秆得以充分合理有效利用，对节约农业生产资源、保护农村生态环境、改善农民生活水平、促进新兴产业发展等方面正发挥着越来越重要的作用。

为宣传推广农作物秸秆的综合开发利用技术和新成果，农业部科技教育司与中国农学会组织数十位专家共同编撰了《秸秆综合利用》科普书。本书内容主要由闲话秸秆、秸秆肥料化利用、秸秆饲料化利用、秸秆食用菌基料化利用以及秸秆能源化利用五大部分组成，详细地介绍了与农业生产和农民生活密切相关的秸秆综合利用方式和技术。



《秸秆综合利用》一书结构清晰、合理，内容翔实、系统，图文并茂，通俗易懂，具有较强的学术性、科普性和可操作性，为引导基层农技人员和农民朋友因地制宜开展秸秆综合利用，帮助他们树立资源节约意识和环境保护意识，促进农业增产增效和农民增收致富等提供有力的技术支撑。

在本书的编写过程中，得到了中国农业科学院、中国农业大学、农业部规划设计研究院、全国农技推广服务中心、山东省秸秆生物工程技术研究中心、安徽省肥东县农技中心等单位和有关专家的大力支持，在此一并致谢。

编 者

2011年4月

目 录

前言

第一部分：闲话秸秆	1
一、什么是秸秆	1
二、焚烧秸秆的四大危害	2
三、秸秆可用来做什么	3
第二部分：秸秆肥料化利用	4
一、秸秆覆盖还田技术	4
(一) 技术原理与应用	4
(二) 技术流程	5
(三) 技术操作要点	8
(四) 注意事项	10
(五) 适宜区域	11
(六) 典型案例	11
二、秸秆翻埋还田技术	12
(一) 技术原理与应用	12
(二) 技术流程	12
(三) 技术操作要点	15
(四) 注意事项	16
(五) 适宜区域	17
(六) 典型案例	18
三、秸秆快速腐熟(堆沤)还田技术	18
(一) 技术原理与应用	18
(二) 技术流程	18
(三) 技术操作要点	20
(四) 注意事项	21



(五) 适宜区域	21
(六) 典型案例	21
四、秸秆生物反应堆技术	24
(一) 技术原理与应用	24
(二) 技术流程	25
(三) 技术操作要点	27
第三部分：秸秆饲料化利用	38
一、秸秆青贮技术	38
(一) 技术原理与应用	38
(二) 技术流程	38
(三) 技术操作要点	38
(四) 注意事项	39
(五) 适宜区域	40
二、秸秆微贮技术	41
(一) 技术原理与应用	41
(二) 技术流程	41
(三) 技术操作要点	41
(四) 注意事项	44
(五) 适宜区域	45
三、秸秆氨化技术	45
(一) 技术原理与应用	45
(二) 技术流程	46
(三) 技术操作要点	47
(四) 注意事项	47
(五) 适宜区域	47
四、秸秆压块饲料生产技术	48
(一) 技术原理与应用	48
(二) 技术流程	48
(三) 技术操作要点	48
(四) 注意事项	50
(五) 适宜区域	50
第四部分：秸秆食用菌基料化利用	51
一、秸秆栽培草腐生菌类技术	51
(一) 技术原理与应用	51



(二) 技术流程·····	52
(三) 技术操作要点·····	52
(四) 注意事项·····	59
二、秸秆栽培木腐生菌类技术·····	59
(一) 技术原理与应用·····	59
(二) 技术流程·····	60
(三) 技术操作要点·····	60
(四) 注意事项·····	67
(五) 适宜区域·····	68
第五部分：秸秆能源化利用·····	69
一、秸秆沼气技术·····	69
(一) 户用秸秆沼气技术·····	69
(二) 大中型秸秆沼气技术·····	73
二、秸秆固体成形燃料技术·····	76
(一) 技术原理与应用·····	76
(二) 技术流程·····	77
(三) 技术操作要点·····	77
(四) 注意事项·····	79
(五) 适宜区域·····	79
(六) 典型案例·····	79
三、秸秆气化技术·····	80
(一) 技术原理与应用·····	80
(二) 技术流程·····	80
(三) 技术操作要点·····	81
(四) 注意事项·····	82
(五) 适宜区域·····	82
四、秸秆炭化技术·····	82
(一) 技术原理与应用·····	82
(二) 技术流程·····	83
(三) 技术操作要点·····	84
(四) 适宜区域·····	85
(五) 效益分析·····	85



一、什么是秸秆

秸秆是农作物茎叶（穗）部分的总称。通常指小麦、水稻、玉米、油料、棉花、甘蔗和其他农作物收获产品（籽实）后的剩余部分。农作物光合作用的产物有一半以上用于茎秆的生长，秸秆中含有大量的粗纤维及丰富的氮、磷、钾、钙、镁等营养元素，因此，秸秆是一种具有多用途的可再生的生物资源，只要科学合理地利用，就能变废为宝。



秸秆家族



我国农民对作物秸秆的利用有悠久的历史，只是由于从前农业生产水平低、产量低，秸秆数量少，秸秆除少量用于垫圈、喂养牲畜，部分用于堆沤肥外，大部分都作燃料烧掉了。随着农业生产的发展，我国自20世纪80年代以来，粮食产量大幅度提高，秸秆数量也随之增多，加之省柴节煤技术的推广，农村沼气和液化气的普及，农作物抢种抢收以及农村劳动力的大量转移等原因，使得农村有大量秸秆而得不到有效的处置和利用，有些农民干脆一烧了之，殊不知，焚烧秸秆不仅严重污染环境，危害自己及他人健康，而且还严重浪费生态资源。

二、焚烧秸秆的四大危害

危害一：污染大气环境，危害人体健康。有数据表明，焚烧秸秆时，大气中二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物三项污染指数达到高峰值，其中二氧化硫的浓度比平时高出1倍，二氧化氮、可吸入颗粒物的浓度比平时高出3倍，相当于日均浓度的五级水平。通常，当可吸入颗粒物浓度达到一定程度时，对人的眼睛、鼻子和咽喉有黏膜的部位刺激较大，轻则造成咳嗽、胸闷、流泪，严重时可能导致支气管炎发生。

危害二：引发火灾，威胁群众的生命财产安全。秸秆焚烧，极易引燃周围的易燃物，尤其是在村庄附近，一旦引发火灾，后果将不堪设想。

危害三：引发交通事故，影响道路交通和航空安全。焚烧秸秆形成的烟雾，造成空气能见度下降，可见范围减小，容易引发交通事故。

危害四：破坏土壤结构，造成耕地质量下降。焚烧秸秆使地面温度急剧升高，能直接烧死、烫死土壤中的有益微生物，影响作物对土壤养分的充分利用，直接影响农田作物的产量和质量，影响农业收益。



焚烧秸秆引发火灾



秸秆焚烧留下的片片焦土



三、秸秆可用来做什么

秸秆综合利用，变废为宝，是解决秸秆焚烧问题的一项利国利民的综合工程，它不仅能够减轻环境污染，改善村容，还能增加农民收入，是一件有益而无害的事情。与农业生产与农民生活关系密切的利用方式有：

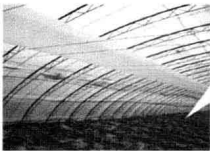
秸秆肥料化利用



秸秆直接还田



秸秆堆沤还田



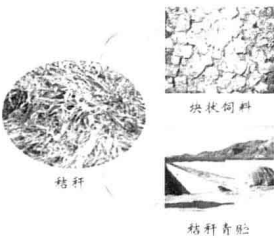
秸秆生物反应堆



反应堆原理示意图

秸秆饲料化利用

秸秆食用菌基料化利用



秸秆青贮



牲畜



秸秆发酵

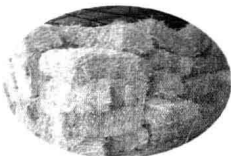


食用菌培养基



大田

秸秆能源化利用



秸秆



秸秆沼气利用



秸秆气化利用



秸秆固体成型



一、秸秆覆盖还田技术

（一）技术原理与应用

作物秸秆中含有大量氮、磷、钾等营养元素和纤维物质。以玉米为例，把秸秆还回地里，等于把作物从土壤中拿走的近一半的氮、一半多的钾和部分磷返回到地里。在相同的施肥水平下，比秸秆不还田增加了许多营养物质，有利于产量提高。下表是几种粮食作物秸秆中氮、磷、钾的含量占作物全部营养元素含量的比例。

秸秆中氮、磷、钾含量占作物全部氮、磷、钾含量的比例表

作物	氮 (%)	磷 (%)	钾 (%)
小麦	25.3	10.2	65.1
水稻	47.3	18.0	70.0
玉米	44.0	12.8	67.1
大豆	23.8	10.6	30.4

研究表明：每亩返还1 000千克禾本科作物秸秆，相当于给土壤补充15千克尿素、10千克过磷酸钙和22千克硫酸钾。

秸秆还田除具补充土壤营养元素的作用外，在增加土壤有机质、维持碳平衡、改善土壤结构，促进农业可持续发展方面，具有更加重要的意义。因为目

注：亩为非法定计量单位，15亩=1公顷。



秸秆还田

前农田主要施用化肥，有机肥施用很少，造成农田有机质含量降低、土壤板结、地力下降，严重威胁着农业的可持续发展。把作物秸秆返回土里，可以增加土壤有机物质含量，给土壤微生物提供营养，使土壤疏松、透气，土壤中的水、肥运行畅通，作物及时得到供应，产量稳定增加。作物秸秆覆盖还田，更具有减少风蚀、水蚀，保水、保土，保护农田生态环境的作用。

秸秆覆盖还田是秸秆还田未来发展的主要模式，2008年全国机械化秸秆覆盖还田面积达到2.4亿亩。

（二）技术流程

秸秆覆盖还田按秸秆形式分为：碎秸秆覆盖还田、整秸秆覆盖还田和根茬覆盖还田三种。

1. 碎秸秆覆盖还田技术流程

机械粉碎秸秆



均匀铺放地表



免耕播种机进行播种

秸秆粉碎采用秸秆还田机或利用联合收割机安装的秸秆切碎抛撒器来完成作业。目前我国小麦80%以上已经采用联合收割机收获，通过在联合收割机上安装的“秸秆切碎抛撒器”，就可以把麦秆切碎铺匀。但也有的联合收割机没有安装，此时就还需要用秸秆切碎还田机来完成作业。玉米联合收割机多数安装



有秸秆切碎装置，但目前生产上采用联合收割机作业的面积还较小，多数是人工摘穗后用秸秆还田机粉碎秸秆。



秸秆还田机



玉米联合收割机秸秆切碎抛撒还田



玉米秸秆粉碎覆盖还田



小麦秸秆粉碎覆盖还田

由于地面有秸秆覆盖，普通播种机作业易被秸秆堵塞严重，无法完成播种工作，必须用专门的免耕播种机进行播种。



免耕播种机



玉米免耕播种机在玉米碎秆覆盖地免耕播种玉米



2. 整秸秆覆盖还田技术流程

玉米整秸秆砍倒顺垄铺放田间 → 播种机在行间免耕播种

整玉米秸秆必须铺放整齐，留出足够宽的行间，便于播种。



玉米整秸秆铺放覆盖还田

3. 根茬覆盖还田技术流程

根茬覆盖 → 免耕播种



小麦根茬覆盖还田



玉米根茬覆盖还田



稻茬田人工播种小麦



麦茬覆盖地免耕播种小麦

(三) 技术操作要点

1. 碎秸秆覆盖还田

(1) 合理确定割茬高度 碎秸秆覆盖还田的割茬愈低愈好，秸秆全部粉碎。但是割茬太低容易损毁刀片，一般留茬5厘米左右。秸秆还田机的割茬高度通过调整刀片与地面的间隙来控制，小麦联合收割机的割茬高度通过调整收割台高度来控制。小麦联合收割机的割茬高度影响收割速度，有的机手为了赶进度，把麦茬留得较高，这是不符合要求的。但在免耕播种的情况下，只要播种机能通过，割茬适当高点如10~20厘米也可以。

(2) 注重秸秆粉碎质量 要正确选择拖拉机或联合收割机的前进速度，使玉米秸秆粉碎长度控制在10厘米左右，小麦或水稻秸秆粉碎长度5厘米左右，长度合格的碎秸秆达到90%以上。播种时过长的秸秆容易堵塞播种机以及架空种子，使种子不能接触土壤而影响出苗。若发现漏切或长秸秆过多，秸秆还田机应进行二次作业，确保还田质量。

(3) 秸秆铺撒均匀 不能有的地方秸秆成堆、成条，有的地方又没有秸秆，起不到覆盖作用。多数秸秆还田机或联合收割机安装的切碎器都能均匀地抛撒秸秆。如果发现成堆或成条的秸秆，可以用人工撒开，必要时用圆盘耙作业把秸秆分布均匀。

(4) 保证免耕播种质量 碎秸秆覆盖还田多是全量秸秆还田，采用普通播种机容易堵塞，需要选用通过性能强的免耕播种机。特殊情况，如在全量玉米秸秆覆盖地播种小麦，需要选用驱动防堵型的小麦免耕播种机。



驱动防堵型小麦免耕播种机在播种小麦

2. 整秆覆盖还田

(1) 秸秆顺垄成条铺放 为便于播种，玉米秸秆长度方向需与垄向一致，并尽可能成行成条，玉米秸秆行之间留有20厘米左右的空地，以备开沟器顺利通过，而不是全田覆盖铺满。有的地方采用编压覆盖机将秸秆编压覆盖在地表，避免风把秸秆吹乱，效果更好。

(2) 保证免耕播种质量 玉米整秸秆覆盖时，免耕播种相对困难，一般需要玉米免耕播种机对行作业，开沟器走在两行玉米之间。由于玉米整秸秆覆盖多用人工进行，难以保证各行距离都准确一致，这时采用行数较少的小型免耕播种机，对行比较有保证。水稻（小麦）整秆通常全田覆盖，播种时，只能先播种后覆盖。



水稻整秸秆覆盖还田

也可以播种前进行一次秸秆粉碎作业，成为碎秸秆覆盖地免耕播种。

3. 根茬覆盖还田

(1) 合理确定根茬高度 根茬高度不仅关乎还田秸秆的数量，而且影响覆盖效果，即保水保土、保护环境的效果。根茬太低还田秸秆量不够，覆盖效果差；根茬太高则又可能影响播种质量以及用于其他方面（如饲料、燃料）的秸秆不足。据报道，小麦20～30厘米、玉米30～40厘米高的根茬覆盖比较合适，能够控制大部分水土流失。