

NONGTIAN JIEGAN

ZONGHE LIYONG JISHU

农田秸秆 综合利用技术

宋振伟 著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

农田秸秆综合利用技术

宋振伟 著

北京
冶金工业出版社
2011

内 容 提 要

本书围绕农作物秸秆的综合利用这一主题,较为全面地总结了近年来国内外秸秆利用的新技术、新方法,本着应用为主、理论为辅,紧密联系我国农村实际情况的原则,站在农民的角度,采用平实、易懂的语言,介绍了秸秆还田培地、加工饲料、制造清洁能源、编织工艺品等一些经实践反复验证过的技术。本书可供广大农民和从事农业技术推广的技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

农田秸秆综合利用技术/宋振伟著. —北京:冶金工业出版社, 2011. 2

ISBN 978-7-5024-5507-1

I. ①农… II. ①宋… III. ①秸秆—综合利用 IV. ①S38

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第009777号

出版人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号, 邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

责任编辑 张 晶 张 卫 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5507-1

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2011年2月第1版, 2011年2月第1次印刷

787mm×1092mm 1/32; 5印张; 107千字; 148页

12.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

· 前 言 ·

我国是一个农业大国，农作物秸秆资源丰富，并且具有种类多、数量大、分布广的特点，开发利用潜力巨大，发展前景十分广阔。在长期的农事活动中，农作物秸秆在农民手中充当着重要的角色，如建房蔽日遮雨、烧火做饭取暖、养畜积肥还田等。但随着农民生活模式的转变、农村产业结构的调整以及农业生产模式的集约化，传统的秸秆利用方式已经不再适合现代农业发展的方向，秸秆由原来的做饭取暖燃料、牲畜饲料原料变成了无用的负担。

在中国社会发展进入新的历史阶段之时，我国已经明确提出要建设节约型社会，落实到农业生产中，就是要切实保护和合理利用各种资源，提高资源利用效率，以尽可能少的资源消耗获得最大的经济效益和社会效益。实现秸秆资源的综合利用，符合构建节约型社会的目标。

据统计，2005年我国可收集利用的秸秆总量为6.8亿吨，其中约有1.8亿吨秸秆用作饲料，0.8亿吨用于粗放还田，0.6亿吨作为工业加工原料，还有3.6亿吨被直接燃烧或被当作废弃物扔掉，如此巨大的生物可再生资源被任意浪费，因此，农作物秸秆处理与利用成为我国面临的亟待解决的问题之一。由于我国幅员广大、农作物秸秆种类繁多、经济可行的实用技术缺乏，而秸秆综合利用涉



及机械、化学、生物学等多个学科和农机、农艺、化工等多个行业，是多学科、多行业交叉综合的课题，如何将秸秆变废为宝，实现规模化利用，值得深入研究。本书通过广泛收集相关材料，较为全面地总结了近年来国内外秸秆利用的新技术、新方法，本着应用为主、理论为辅，紧密联系我国农村实际情况的原则，站在农民的角度，采用平实、易懂的语言，介绍了秸秆还田培地、加工饲料、制造清洁能源、编织工艺品等一些经实践反复验证过的技术，使农民能够按照书中的指导进行农田秸秆的综合利用。

在本书的编写过程中，得到了中国农业科学院作物科学研究所、山东省农业科学院、先锋种业等单位相关专家的帮助与指导，在此表示诚挚的感谢。虽然作者在编写的过程中竭尽全力，但由于个人学识有限，加之新的技术不断涌现，书中难免存在疏漏和不足，望读者提出宝贵意见。

著 者

2010年11月

· 目 录 ·

第一章 概 述	1
第一节 我国农作物秸秆资源情况	1
第二节 农作物秸秆的利用价值和利用现状	2
一、秸秆的肥料价值	4
二、秸秆的饲料价值	5
三、秸秆的能源价值	6
四、秸秆的原料价值	6
第三节 秸秆综合利用的主要途径	7
一、秸秆还田技术	7
二、秸秆制饲料技术	8
三、秸秆能源化利用	8
四、秸秆栽培食用菌技术	9
五、秸秆造纸技术	10
六、秸秆编织制品加工技术	10
七、秸秆制彩瓦技术	10
第四节 农作物秸秆综合利用存在的问题	11
第二章 秸秆还田培肥地力技术	14
第一节 秸秆还田利用的过程与优点	14



一、秸秆分解的过程与关键影响因素	14
二、秸秆还田利用的优点	15
第二节 秸秆还田方式及相关技术	20
一、覆盖免耕还田	20
二、留高茬还田	20
三、翻压还田	21
四、碎秆还田	21
五、堆腐还田	21
六、过腹还田	22
第三节 不同地区适宜的秸秆还田技术	22
一、东北农区的秸秆还田模式	23
二、华北农区的秸秆还田模式	24
三、西北农区的秸秆还田模式	26
四、长江中下游农区的秸秆还田模式	27
五、西南农区的秸秆还田模式	29
六、华南农区的秸秆还田模式	30
第四节 麦秸秆还田的技术要点	32
第五节 稻秸秆还田的技术要点	33
一、机械化水稻秸秆还田的技术要点	33
二、水稻秸秆沤制还田法的技术要点	34
第六节 玉米秸秆还田的技术要点	35
一、秸秆还田量及粉碎程度	35
二、翻埋时间和方法	36
三、水分管理	36
四、施肥管理	37



五、病虫害防治	37
第七节 秸秆还田的注意事项	37
一、掌握好秸秆还田的施用量	37
二、避免连作重茬和有病秸秆还田	38
三、适时镇压浇水	38
四、化学除草时要适当提高有效剂量	39
第三章 秸秆饲料加工技术	40
第一节 秸秆饲料化加工的意义	40
第二节 秸秆青贮技术	41
一、秸秆青贮的原理	41
二、青贮的发酵过程	42
三、秸秆青贮的优点	44
四、秸秆青贮的设施和方式	45
五、秸秆青贮的步骤	47
六、秸秆青贮饲料的取用方法	52
第三节 秸秆氨化处理技术	53
一、秸秆饲料氨化处理的原理	53
二、秸秆饲料氨化处理的过程	54
三、氨化饲料的优点	55
四、秸秆氨化的方法和设施	56
五、氨化饲料的注意事项与品质鉴定	62
六、氨化秸秆的取用方法	65
第四节 秸秆微贮技术	67
一、秸秆微贮的原理	67



二、微贮饲料的优点	67
三、秸秆微贮的设施和操作方法	68
四、微贮饲料的品质鉴定	71
五、微贮饲料的取用方式	72
第五节 秸秆热喷技术	73
第六节 秸秆颗粒化技术	74
第四章 秸秆制沼气技术	75
第一节 秸秆制沼气的优点	75
一、秸秆制沼气的基本知识	75
二、沼气的主要用途	78
第二节 秸秆制沼气的原理	79
一、沼气池的工作原理	79
二、沼气发酵与微生物的关系	80
第三节 秸秆制沼气的技术	82
一、秸秆制沼气的条件	82
二、秸秆沼气发酵的过程	88
第四节 秸秆沼气池的科学管理与利用	94
第五节 沼渣、沼液的综合利用	97
一、沼渣的主要用途	98
二、沼液的主要用途	100
三、沼肥的施用注意事项	102
第五章 秸秆能源化技术	104
第一节 秸秆固化成型燃料	104



一、秸秆固化成型燃料技术现状	104
二、秸秆固化成型燃料优点	105
三、秸秆固化成型燃料技术的工艺流程	106
第二节 秸秆降解制取乙醇	107
一、预处理	107
二、酸水解和酶水解	108
三、发酵	108
第三节 秸秆直接燃烧发电技术	110
一、秸秆燃烧发电的方式	110
二、秸秆发电的工艺流程	111
第四节 秸秆干馏技术	113
一、秸秆干馏技术的优点	114
二、秸秆干馏的四个阶段	114
三、秸秆干馏工艺流程	115
四、秸秆干馏热解的产物	116
第六章 秸秆栽培食用菌技术	120
第一节 秸秆栽培食用菌的优点	120
第二节 秸秆栽培双孢菇技术	122
一、品种介绍	122
二、栽培技术要点	122
第三节 秸秆栽培鸡腿菇技术	126
一、品种介绍	126
二、栽培技术要点	127
第四节 秸秆栽培平菇技术	134

VIII  目 录

一、品种介绍	134
二、栽培技术要点	135
第五节 秸秆栽培草菇技术	141
一、品种介绍	141
二、栽培技术要点	142
参考文献	147

概 述

第一节 我国农作物秸秆资源情况

我国是农业大国，秸秆资源十分丰富。秸秆是指农作物收获后的剩余部分，广义上也包括农产品加工后的副产品。农作物秸秆按照来源不同可划分为六类：（1）禾本科作物秸秆，包括稻草、小麦秸、玉米秸、大麦秸、燕麦秸、黑麦秸、高粱秸以及薯类藤蔓等；（2）豆类茎秆，包括黄豆秸、蚕豆秸、豌豆秸、豇豆秸、羽扇豆秸以及花生秸等；（3）亚热带植物副产品，包括甘蔗渣、西沙尔麻渣、香蕉秆和叶等；（4）果蔬类剩余物，包括柑橘渣、菠萝废弃物和蔬菜剩余茎叶等；（5）油籽类副产物，包括豆粕、菜粕、棉籽饼粕和向日葵饼等；（6）农作物加工副产品，包括各种麦类的糠麸，各种水稻的谷壳和米糠等。其中，前两类的秸秆数量占据主要部分，是重要的可再生生物资源。

我国的农作物播种面积为 1.45 亿公顷，其中粮食作物占 76%，年产粮食 5 亿吨左右。根据农作物秸秆产量的经验公式（农作物产量×草谷比）推算，我国年产粮食秸秆总量在 6 亿吨左右。如果考虑到其他农作物秸秆的产量，我国的



秸秆年总产量可达 7 亿多吨，其中稻草 2.3 亿吨，玉米秸 2.2 亿吨，豆类和秋杂粮作物秸秆 1 亿吨，依其产量由多到少排序为稻草、小麦秸、玉米秸、薯类和其他杂粮秸茎藤蔓、大豆秆、谷草、高粱秸，产量约占全世界总量的 30%。

我国大部分的秸秆资源集中在山东、福建、河南、四川、河北、黑龙江、江苏、吉林、湖北等粮食主产区。虽然农作物秸秆的年产量巨大，但由于秸秆存储难度大、技术和装备水平不高、新技术应用规模较小，尤其是适宜农户分散经营的小型化、实用化技术缺乏，各项技术之间集成组合不够，秸秆综合利用存在利用率低、产业链短和产业布局不合理等问题。农作物秸秆是可再生资源，是地球上最充足却又未得到充分利用的可再生资源之一，世界上许多国家已经将其作为 21 世纪发展可再生能源的战略重点和极具发展潜力的战略性产业。

第二节 农作物秸秆的利用价值和利用现状

我国农作物秸秆资源拥有量居世界首位，剩余的农作物秸秆被废弃于田间地头、场院房头，不仅占压了大量的土地，影响了农村环境卫生，还成为农村火灾的一大隐患。近年来，随着农村经济的发展和农民生活水平的不断提高，这些农作物秸秆不再作为炊事的主要燃料，部分农民为了抢收抢种则把这些剩余秸秆在田间直接焚烧处理掉。大量剩余秸秆的露天焚烧不但造成极大的资源浪费，而且带来严重的大气污染，甚至影响飞机的正常起降和汽车行驶的安全，并频繁引发火灾和交通事故。



实际上,农作物秸秆资源是个天然宝库——有机肥料、优质饲料、清洁能源、工业原料……甚至有人大声疾呼:烧秸秆就是烧钞票!根据试验分析,农作物秸秆中含有大量可利用的化学成分(见表1-1)和丰富的营养元素(见表1-2)。秸秆总能量基本和玉米籽粒的总能量相当,秸秆燃烧值约为标准煤的50%,而秸秆中蛋白质含量约为1.2%~13.5%,纤维素含量在30%左右,还含有一定量的钙、磷等矿物质,1t普通秸秆的营养价值平均与0.25t粮食的营养价值相当。我国每年生产的农作物秸秆如果全部用来燃烧,可折合约3亿吨标准煤的热值;如果全部用作饲料,折算相当于1.5亿吨的粮食产量,并且经过科学处理后,秸秆的营养价值还可大幅度提高。

表1-1 农作物秸秆及副产品化学成分(质量分数,%)

种类	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分
玉米秸秆	11.2	3.5	0.8	33.4	42.7	8.4
小麦秸秆	10.0	3.1	1.3	32.6	43.9	9.1
大麦秸秆	12.9	6.4	1.6	33.4	37.8	7.9
稻草	13.4	1.8	1.5	28.0	42.9	12.4
高粱秸秆	10.2	3.2	0.5	33.0	48.5	4.6
黄豆秸秆	14.1	9.2	1.7	36.4	34.2	4.4
棉花秸秆	12.6	4.9	0.7	41.4	36.6	3.8
棉铃壳	13.6	5.0	1.5	34.5	39.5	5.9
甘薯藤(鲜)	89.8	1.2	0.1	1.4	7.4	0.2
花生藤	11.6	6.6	1.2	33.2	41.3	6.1
稻壳	6.8	2.0	0.6	45.3	28.5	16.9
统糠	13.4	2.2	2.8	29.9	38.0	13.7



续表 1-1

种 类	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分
细米糠	9.0	9.4	15.0	11.0	46.0	9.6
麦 麸	12.1	13.5	3.8	10.4	55.4	4.8
玉米芯	8.7	2.0	0.7	28.2	58.4	20.0
花生壳	10.1	7.7	5.9	59.9	10.4	6.0
玉米糠	10.7	8.9	4.2	1.7	72.6	1.9
高粱糠	13.5	10.2	13.4	5.2	50.0	7.7

表 1-2 几种秸秆的有机成分 (质量分数, %)

种 类	N	P	K	Ca	Mg	Na	Si
水稻秸	0.60	0.12	1.00	0.14	0.12	0.02	7.99
小麦秸	0.50	0.20	0.73	0.14	0.02	0.003	3.95
玉米秸	0.60	1.40	0.90	0.39	0.26	—	—
大豆秸	1.93	0.26	1.55	—	—	—	—
油菜秸	0.56	0.50	0.50	0.42	0.05	0.004	0.18

农作物秸秆的主要利用价值包含以下几个方面。

一、秸秆的肥料价值

农作物秸秆中含有大量的有机质、氮、磷、钾和微量元素，是农业生产重要的有机肥源之一，通过一定的技术措施还施到农田，可有效补充和平衡土壤养分、改善土壤结构、减少土壤容重、增加土壤的透水和透气性、提高土壤的蓄水保墒能力。此外，增施秸秆有机肥，可以使土壤的团粒结构发生变化，保持土壤疏松的状态，促进土地生产良性循环，提高耕地基础地力，有效缓解土壤板结问题，对保障粮食高



产稳产、促进农业的可持续发展具有十分重要的现实意义。而利用农作物秸秆生产以秸秆为主要成分的生物肥料，其肥效更高，并且是无公害农业的重要肥料源。随着现代农业不断向规模化和机械化方向发展，采用大型收割机或大马力配备的秸秆还田机械在田地里直接将秸秆粉碎，然后采用深耕犁将秸秆埋在土壤深处，成为近年来为解决剩余秸秆利用问题而大力推广的技术措施。其特点是机械化程度高，处理时间短，但腐烂时间长。

二、秸秆的饲料价值

秸秆的营养价值相当于谷物的 $1/4$ ，具有较高的饲用价值。随着我国畜牧业的快速发展，饲料需求不断增加，加剧了畜牧业对粮食饲料的依赖性。采用合理的加工手段，将秸秆转化为饲料，用于饲喂家畜，不仅可有效缓解“人畜争粮”的局面，而且还可实现对秸秆资源的循环利用。秸秆既可作为饲料直接饲养家畜，也可经过加工处理转化为具有较高营养价值的饲料投喂牲畜。而且，经处理后，可提高秸秆的营养价值和饲喂的利用率，如秸秆经青贮、氨化等方法调治后，每 6kg 青贮秸秆或 4kg 氨化秸秆的营养价值相当于 1kg 玉米饲料。此外，对秸秆还有微生物发酵贮存、加工草粉、揉搓、压饼等利用方式。通过加工转化为饲料，可提高秸秆的利用率、饲料报酬率，改善秸秆营养价值低、适口性差、消化率低的不利之处。秸秆的饲用价值与秸秆种类和部位有关。例如，玉米秸秆含有 30% 以上的碳水化合物、 $2\% \sim 4\%$ 的蛋白质和 $0.5\% \sim 1\%$ 的脂肪，玉米秸秆既可青贮，也可直接饲喂，营养价值高于稻秸和麦秸，而高粱秸的



营养价值又优于玉米秸；就秸秆的不同部位而言，秸秆的叶比茎的饲用价值高。

三、秸秆的能源价值

农作物秸秆纤维中的碳占绝大部分，主要粮食作物小麦、玉米等秸秆的含碳量约为40%。秸秆中的碳使秸秆具有燃料价值，我国农村长期用秸秆做生活燃料。纤维素、木质素含量与热值呈正相关，因此秸秆的纤维素、木质素含量越多，热值就越高。据测算，每2t秸秆的热值相当于1t标准煤，是一种很好的清洁可再生能源。而将秸秆在微生物的作用下，经厌氧发酵产生沼气，供农村家庭取暖、做饭等生活所需，不仅可缓解农村地区能源供应不足的情况，而且可以满足农民对高品质能源的需求，提高广大农民的生活质量。此外，秸秆作为一种可再生能源，在生物质发电、生产生物质燃料（如“秸秆煤”）等方面也发挥着重要的作用。

四、秸秆的原料价值

农作物秸秆除包括纤维素、半纤维素和木质素外，还包含蛋白质、氨基酸、树脂、单宁等。利用微生物以纤维素为基质原料生产单细胞蛋白质是当今利用纤维素最为有效的方法之一。如以农作物秸秆作为培养基栽培食用菌，可将纤维素、半纤维素和木质素分解并转化为食用菌自身的植物蛋白和氨基酸。实践证明，利用稻草、麦秆、玉米秆、油菜秆、花生壳等作主料可大量生产多种食用菌，如草菇、鸡腿菇、平菇、凤尾菇、榆黄菇、双孢蘑菇等，并且此技术已具有成熟的配方和管理工艺。秸秆种菇既可以