

NONGZUOWU JIEGAN

ZONGHE LIYONG SHIYONG JISHU

# 农作物秸秆 综合利用实用技术

主编 张玲



西南科技大学出版社



# 农作物秸秆综合利用实用技术

主编 张 玲

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

---

图书在版编目 ( C I P ) 数据

农作物秸秆综合利用实用技术 / 张玲主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2009.7  
ISBN 978-7-5643-0318-1

I. 农… II. 张… III. 秸秆—综合利用 IV. S38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117515 号

---

农作物秸秆综合利用实用技术

主编 张玲

\*

责任编辑 李梅

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031)

发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

\*

成品尺寸: 148 mm × 210 mm 印张: 6

字数: 128 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0318-1

定价: 15.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会  
“农家书屋”系列丛书专家组成员  
(按姓氏笔画排序)

- 丁任重 西南财经大学 教授
- 石有龙 农业部行业统计分析处 全国畜牧总站  
研究员
- 冯先光 四川测绘局 高级工程师 成都理工大学  
客座教授
- 朱 宏 电子科技大学 教授
- 李建伟 农业部种植业司 高级农艺师
- 张汝全 成都市农林科学院 研究员
- 杨维德 成都市动物防疫监督总站 高级农艺师
- 周学东 四川大学 教授
- 赵昌文 四川大学 教授
- 曾必荣 成都市农业技术推广总站 高级农艺师
- 蒋葛夫 西南交通大学 教授

## 总 序

作为国家的一项重大文化工程，“农家书屋”已经成为社会主义新农村建设和公共文化服务体系的重要组成部分，成为中央高度重视、社会各界十分关注的德政工程和民生工程，成为各级新闻出版行政部门履行公共文化服务职能的标志工程和重要抓手，成为新闻出版行业上下积极参与，促进行业自身大发展、大繁荣的难得契机。作为农村知识、信息和文化的传播平台，“农家书屋”发挥着让农民“多读书，读好书”的重要作用，肩负着培养新型农民的深远使命。实施“农家书屋”工程，事关当前，影响长远。

2007年11月，在昆明参加全国高校出版社图书订货会之际，四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会五家成员单位召开了社长会议。经过充分论证，会议决定：为切实履行出版单位的社会责任，实现社会效益，充分发挥团队作用，四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会将利用五家出版社各自的专业优势，整合出版资源，联合推出“‘农家书屋’系列丛书”（下称丛书），作为四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会服务“三农”的“重点工程”。

为把这项工作落到实处，四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会成立了丛书专家小组和项目小组。专家小组由有关农业技术、经济、电子、医学、交通、地图、法律等方面的专家组成，主要负责对图书价值和质量进行评估。项目小组由各出版社相关人员组成，主要负责对图书选题、编校、出版和营销等相关事项进行协调和管理。

经过丛书专家小组、项目小组和五家成员单位的共同努

力，2008年，丛书首批两百多种图书顺利出版了。这标志着四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会的“重点工程”首战告捷。2009年，一大批高质量“三农”图书的出炉，标志着这一“重点工程”再创辉煌。

丛书考虑到广大农民读者的文化水平和阅读习惯，突出“科学性、实用性、导向性、权威性、前瞻性”，介绍了农业技能、法律、维权、健康、电子、经营理财、旅游、机械、维修等多方面的知识，适合广大农民阅读。总体上，丛书选题统筹规划，采用统一丛书名（“四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会‘农家书屋’系列丛书”）、统一总序、统一标识、统一风格，采用手册式、问答式和讲故事明道理等方式来编写图书。内容上，丛书内容通俗易懂，图文并茂，突出科学性、针对性、实用性和趣味性。形式上，丛书力求用新技术、新内容、新形式提高农民朋友的综合素质。

丛书的出版，必将为广大农民朋友带来丰富的精神食粮，必将为“农家书屋”增添新作品。丛书的出版，必将推动四川的构建和谐社会工作，必将为社会主义新农村建设做出自己应有的贡献。今后，我们将不断完善图书质量，继续补充图书品种，力争使丛书成为立足四川、辐射西南、影响全国的重要文化产品。

丛书在出版过程中，得到了四川省新闻出版局有关领导和相关处室的高度重视和大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促和能力有限，书中疏漏之处在所难免，恳请广大读者朋友批评指正，以便我们修改完善。

四川省出版工作者协会高校出版社工作委员会

2009年5月

# 前 言

农作物秸秆是农作物重要的副产品，是地球上第一大可再生资源，含有丰富的营养和可以利用的化学成分，可用作肥料、饲料、生活燃料及工副业原料等，其利用方法和途径较多，涉及物理、化学和机械设备等学科领域及技术。开发利用农作物秸秆，已经成为农业生产资源开发和环境保护的新焦点。大力推广秸秆还田及综合利用，既有显著的经济效益，又具有广泛的社会效益，也保护了生态环境。现在多种多样的秸秆综合利用新技术如雨后春笋般不断出现，为提高秸秆还田及综合利用水平，我们编写了《农作物秸秆综合利用实用技术》一书。

本书主要介绍了秸秆直接还田技术、秸秆饲料技术、秸秆沼气技术、秸秆燃料技术、秸秆栽培食用菌技术、秸秆纺织技术等内容，力求简明扼要、图文并茂、通俗易懂，不仅注重知识性，更注重实用性和可读性。

本书由张玲担任主编，杨国涛和李海青参加编写。在本书资料收集与编写过程中，参阅了大量有关农作物秸秆利用的书籍、文献等，也得到了不少专家同行们的帮助和支持，在此一并表示衷心的感谢，真诚地感谢每一位给成书提供方便的人。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2009年5月于绵阳



# 目 录

第一章 绪 论 .....	001
第二章 秸秆还田技术 .....	014
第一节 概 述 .....	014
第二节 秸秆还田的方式及相关技术 .....	019
第三节 秸秆直接还田的技术要点 .....	032
第四节 秸秆的机械化还田技术 .....	036
第三章 秸秆饲料技术 .....	059
第一节 概 述 .....	059
第二节 秸秆饲料加工方法 .....	063
第三节 秸秆饲料加工技术 .....	078
第四节 商品化秸秆饲料 .....	091
第四章 秸秆沼气技术 .....	096
第一节 概 述 .....	096
第二节 秸秆沼气开发利用的关键技术 .....	104
第五章 秸秆燃料技术 .....	113
第一节 秸秆固体燃料 .....	113



第二节	秸秆液化为液体能源·····	120
第三节	秸秆气化能源·····	128
<b>第六章</b>	<b>农作物秸秆栽培食用菌技术·····</b>	<b>136</b>
第一节	概    述·····	136
第二节	秸秆栽培食用菌的栽培技术要点·····	140
第三节	几种常用的秸秆栽培食用菌技术·····	142
第四节	菌渣的综合利用·····	159
<b>第七章</b>	<b>秸秆编织技术·····</b>	<b>164</b>
第一节	概    述·····	164
第二节	秸秆编织技术要点·····	168
参考文献	·····	180

# 第一章

## 绪 论

### 一、秸秆及其特点

秸秆是成熟农作物茎叶（穗）部分的总称，通常指小麦、水稻、玉米、薯类、油料、棉花、甘蔗和其他农作物在收获籽实后的剩余部分。它作为一种农业生产的副产品，产量大、分布广。农作物秸秆的化学成分因物种不同而有所差异，但总的来看它们都主要含有木质素、纤维素、半纤维素、水分以及少量粗蛋白等有机物（见表 1.1），同时，秸秆还富含氮、磷、钾、钙、硫、镁（见表 1.2）。因此，秸秆也是一种具有多用途的可再生的重要的生物资源。

表 1.1 几种农作物秸秆的化学成分

项目	水分 (%)	灰分 (%)	粗脂肪 (%)	粗蛋白 (%)	粗纤维 (%)
高粱	5.07	10.24	3.06	4.15	40.30
谷草	5.71	6.41	1.04	2.83	32.95
稻壳		20.00	少量	少量	40.00



表 1.2 主要农作物秸秆中几种营养元素含量占干物重 (%)

秸秆种类	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	S
麦秸	0.50 ~ 0.67	0.20 ~ 0.34	0.53 ~ 0.60	0.16 ~ 0.38	0.123
稻草	0.63	0.11	0.85	0.16 ~ 0.44	0.112 ~ 0.189
玉米秸	0.48 ~ 0.50	0.38 ~ 0.40	1.67	0.39 ~ 0.8	0.263
豆秸	1.30	0.30	0.50	0.79 ~ 1.50	0.227
油菜秸	0.56	0.25	1.13 ~ 0.348		

虽然全世界种植的各种农作物每年将产生 1.7 亿吨秸秆，但目前还有较大部分并没有得到合理利用。据专家分析，目前每年约有 30% 的农作物秸秆被废弃。

## 二、我国的农作物秸秆资源

002

我国年产粮食 5 亿吨左右，棉花、油料等约 3 000 万吨。这些作物的秸秆年产量至少在 6 亿吨以上，是农业生产过程中最大的可再生资源（见表 1.3），约占世界秸秆总产量的 30%，列世界之首。每年收获的秸秆除去工业用（造纸）的 0.139 亿吨和作为饲料或饲料原料的 1.451 亿吨、造肥还田及收集损失的 0.907 亿吨外，可作为能源加以利用的秸秆总量为 3.549 亿吨（见表 1.4）。

表 1.3 中国主要农作物秸秆产量

农作物	产量 (万吨)	谷草比	秸秆量 (万吨)	折标煤 系数	折标煤量 (万吨)
稻谷	18 523.00	0.623	11 539.83	0.429	4 950.59
小麦	10 221.00	1.366	13 961.89	0.500	6 980.95
玉米	11 199.00	2.000	22 398.00	0.529	11 848.54

续表 1.3

农作物	产量 (万吨)	谷草比	秸秆量 (万吨)	折标煤 系数	折标煤量 (万吨)
其他杂粮	1 669.00	1.000	1 669.00	0.486	834.50
豆类	1 787.50	1.500	2 681.25	0.543	1 455.92
薯类	3 262.00	0.500	1 631.00	0.486	792.67
油料	2 250.30	2.000	4 500.60	0.529	2 380.82
棉花	476.80	3.000	1430.40	0.543	776.71
甘蔗	6 541.70	0.100	654.17	0.441	288.49
合计			60 466.14		30 309.19

表 1.4 中国秸秆消费流向

总产量(亿吨)	6.046	100%
还田及收集损失(亿吨)	0.907	15%
工业用(亿吨)	0.139	2.3%
饲料(亿吨)	1.451	24%
可用作能源(亿吨)	3.549	58.7%

003

### 三、秸秆利用的途径

#### (一) 秸秆肥料

秸秆不仅含有大量有机质，而且富含氮、磷、钾、钙、硫、镁，这些成分是植物生长过程中所需的重要营养成分，因此，秸秆是一种良好的肥源。

秸秆作为有机肥料还田，是目前主要的利用方法之一。秸秆还田的主要方式有：秸秆粉碎还田、保护性耕作、快速腐熟还田、堆沤还田、过腹还田、沤肥、高温堆肥等。

#### (二) 秸秆饲料

在我国秸秆用作饲料，历史悠久。利用物理、化学、微

生物学原理，通过青贮、微贮、揉搓丝化、压块等处理方式，把秸秆转化为优质饲料，使富含木质素、纤维素、半纤维素的秸秆降解转化为含有丰富菌体蛋白、维生素等成分的生物蛋白饲料。

### （三）秸秆能源

直接燃烧：目前我国农村仍有一半的能源来自农作物秸秆的直接燃烧（占秸秆总量的30%）。但这种方式烟熏火燎，不卫生，能源利用率仅为13%左右。

秸秆沼气（生物气化）：以秸秆为主要原料，经微生物发酵作用产生沼气和有机肥料。它充分利用稻草、玉米等秸秆原料，有效解决了沼气推广过程中原料不足的问题，使不养猪的农户也能使用清洁能源。秸秆入池产气后剩下的沼渣是很好的肥料，可作为有机肥料还田（即过池还田），以提高秸秆资源的利用效率。

秸秆固化成型燃料：在一定温度和压力作用下，将农作物秸秆压缩为棒状、块状或颗粒状等成型燃料，从而提高运输和贮存能力，改善秸秆燃烧性能，提高利用效率，扩大应用范围。秸秆成型后，体积缩小6~8倍，密度为1.1~1.4吨/米<sup>3</sup>，能源密度相当于中质烟煤。使用时火力持久，炉膛温度高，燃烧特性明显得到改善，可以代替木材、煤炭，为农村居民提供炊事或取暖用能；也可以在城市作为锅炉燃料，替代天然气、燃油。

秸秆热解气：以农作物秸秆、稻壳、木屑、树枝以及农村有机废弃物等为原料，利用气化炉，在缺氧的情况下进行燃烧，通过控制燃烧过程，使之产生含一氧化碳、氢气、甲

烷等的可燃气体，使之成为农户的生活用能。该项技术主要适用于以自然村为单位进行建设。

秸秆直接燃烧发电：秸秆在锅炉中直接燃烧，释放出来的热量通常用来产生高压蒸汽，蒸汽在汽轮机中膨胀做功，转化为机械能驱动发电机发电。该技术基本成熟，已经进入商业化应用阶段。由于该技术需要原料的大规模收集，适用于农场以及我国北方的平原地区等粮食主产区。

#### （四）秸秆栽培食用菌

食用菌是真菌中能够形成大型子实体并能供人们食用的一种真菌，食用菌以其鲜美的味道、柔软的质地、丰富的营养和药用价值备受人们青睐。由于秸秆中含有丰富的碳、氮、矿物质及激素等营养成分，且资源丰富，成本低廉，因此很适合做多种食用菌的培养料。培养料通常由碎木屑、棉子壳、稻草和麦麸等构成。目前，利用秸秆栽培的食用菌品种较多，有平菇、姬菇、草菇、鸡腿菇、毛木耳等十几个品种，而且有些品种的废弃菌帮（袋）料可以作为另一种食用菌的栽培基料，不仅提高了生物转化率，延长了利用链条，也减少了对环境的污染。

#### （五）秸秆手工艺品编织

秸秆富含纤维素，而且韧性好，可用于编织草帽、草包、草帘、草篮等工艺品。

#### （六）作为工业原料

秸秆纤维作为一种天然纤维素纤维，生物降解性好，可

以作为工业原料，如纸浆原料、保温材料、包装材料、各类轻质板材的原料，可降解包装缓冲材料、编织用品等，或从中提取淀粉、木糖醇、糖醛等。其中，最主要的用途是作为纸浆原料。可用于造纸纤维原料的秸秆为禾草类，包括稻草、麦秆、高粱秆、玉米秆等。其中，麦秸是造纸重要的非木纤维资源，其他秸秆尚未大量使用。造纸用麦秸占总量的 30% 以上，主要集中在麦秸主产区的河南、安徽、山东、河北等省。

#### 四、秸秆利用的意义

##### (一) 有利于农业的可持续发展

006

秸秆在农田生态系统中具有重要地位，秸秆的处置方式直接关系到农田生态系统中物质、能量的平衡与失调。农作物秸秆贮藏了大量光合作用的产物及从土壤中吸收的矿质养分，秸秆直接还田或间接还田还可以增加土壤有机质，同时释放出的氮、磷、钾等养分，还能改善土壤理化性状，提高土壤生物活性。

通过秸秆还田，不仅能一次性完成整地作业，为播种争取时间、节约人力、提高工作效率，更重要的是能够增加土壤的有机质、速效养分含量和培肥土质，调节土壤结构，保持水土。试验表明，秸秆还田后土壤生化活性酶增加 45%，且可使土壤中团粒率增加 2%，含水量增加 0.3%~2%，土壤容重降低 0.02%~0.15%，土壤中水、肥、气、热与抗旱、抗涝能力明显改善，土壤有机质的补偿量高于消耗量，长期坚持，土壤的肥力可逐年得以恢复，并为农作物生长创造良好

的条件，从而增加农作物产量和质量。另外，秸秆还田还可以促进农作物的根系发育，并在增加微生物含量、减少病虫害发生等方面起着重要作用。

因此，开发利用秸秆已经成为农业生产资源开发和环境保护的新焦点，用好农作物秸秆资源，提高农作物秸秆的综合利用水平，是实现高产优质高效农业，促进农村经济发展和帮助农民致富，实现农业可持续发展的重要途径。

## （二）有利于生态环境的改善

农作物秸秆是一种重要的生物资源，不恰当的处置不仅会造成资源的浪费，更会对环境造成极大的破坏。大量的农作物秸秆被废弃或焚烧，直接影响到农村水体环境和大气环境。目前我国农村居民生活用能半数以上依靠燃烧薪柴和秸秆，造成的室内污染非常严重。据世界卫生组织估测，发展中国家每年有 160 万妇女儿童死于生物质炉灶造成的室内污染。2005 年，在我国农村 10 种导致死亡的疾病中，呼吸系统疾病居首位。同时，废弃的秸秆严重影响村容村貌，造成环境污染，大量秸秆在农田里堆放和集中燃烧，减少了耕地的有效面积，污染了大气环境，甚至影响了飞机起降和公路交通。由于农田过度耕作，化肥和农药的使用又增加了对农村水体的污染。

随着人民生活水平的提高，“餐桌污染”逐渐成为人们关注的问题，对农产品的需求已由数量型向质量型转变。秸秆是很好的有机肥源，利用好秸秆资源、合理运筹肥料，是发展无公害农产品的需要。秸秆作饲料可以促进物质转



化和良性循环，动物将人类不能利用的有机物转化成蛋白质、脂肪等，可以增加物质循环，改善人类食物结构，节约粮食。秸秆用作建材原料，可以减少对木材的需求，更加有利于对环境的保护。

### （三）有利于改善国家能源结构

能源是制约经济发展的一个重要因素，根据国际能源预测，中国煤炭 2005 年底已探明可采贮量 1 145 亿吨，可再开采 52 年，而我国每年用于发电的煤炭就高达 8.5 亿吨。秸秆热值约为 15 000 千焦/公斤，相当于标准煤的 50%，据估算，我国目前每年废弃的农作物秸秆约有 1 亿吨，折合标准煤 5 000 万吨，预计到 2020 年全国每年秸秆废弃量将达 2 亿吨以上。一方面是能源紧张，一方面是资源浪费，为了缓解能源对我国经济发展的制约，加快开发利用生物质能源和生物质发电已迫在眉睫。

发展生物质能源可以同时解决中国的三大世纪难题：三农、环保和能源。我国可开发的生物质能资源总量近期约为 5 亿吨标准煤，远期可达到 10 亿吨标准煤。如果中国生物质能利用量达到 5 亿吨标准煤，就可解决目前中国能源消费量的 20% 以上，每年可减少排放二氧化碳近 3.5 亿吨，二氧化硫、氮氧化物、烟尘减排量近 2 500 万吨，可产生巨大的环境效益。生物质发电还可以促进能源林产业的发展，有助于防止土壤沙化和水土流失，促进生态的良性循环。通过投资建设一座生物质电厂的例子来说，秸秆直接燃烧效率约为 15%，而生物质直燃发电锅炉可以提高燃烧效率到 90% 以上，一台 25 兆瓦级的生物质直燃发电项目，与同类型火电机组相