

秸秆固体成型 燃料技术

JIEGAN GUTU CHENGXING

RANLIAO JISHU 鄂佐星 佟启玉 主编



黑龙江人民出版社

秸秆固体成型 燃料技术

鄂佐星 佟启玉 主编

A small, young plant with several leaves is growing out of a pile of light-colored, irregularly shaped stones or rubble. The plant is positioned on the left side of the lower half of the cover.

JIEGAN GUTU CHENGXING
RANLIAO JISHU

黑龙江人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

秸秆固体成型燃料技术/鄂佐星,佟启玉主编. —哈尔滨:黑龙江人民出版社,2009.7

ISBN 978-7-207-08229-9

I. 秸... II. ①鄂... ②佟... III. 秸秆—综合利用 IV. S38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 125570 号

责任编辑:李智新

封面设计:张日光

秸秆固体成型燃料技术

Jiegan Gutu Chengxing Ranliao Jishu

鄂佐星 佟启玉 主编

出版发行 黑龙江人民出版社

通讯地址 哈尔滨市南岗区宣庆小区1号楼

邮 编 150008

网 址 www.longpress.com

电子邮箱 hljrmcbs@yeah.net

印 刷 黑龙江天宇印务有限公司

开 本 880 × 1230 1/32

印 张 5

字 数 104 000

版 次 2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-207-08229-9/S·111

定 价: 16.00 元

(如发现本书有印制质量问题,印刷厂负责调换)

本社常年法律顾问:北京市大成律师事务所哈尔滨分所律师赵学利、赵景波

编 委 会

主审：赵立欣

主编：鄂佐星 佟启玉

编委：赵立欣 鄂佐星 佟启玉 田宜水

孟海波 朱 伟

前言

我国是农业大国,农村人口占总人口 70% 以上,秸秆等生物质一直是农村的主要能源之一,在国家能源构成中也占据重要地位。随着我国新农村建设加快发展,广大农民对使用清洁能源的需求十分迫切,农村能源结构正面临着历史性转变。

生物质能具有环境友好和可再生双重属性,正迅速成为继煤炭、石油和天然气之后的第四大能源,已引起世界各国的普遍关注。我国生物质能资源丰富,分布广泛,发展潜力巨大。国家《可再生能源中长期规划》、《可再生能源“十一五”规划》和《农业生物质能产业发展规划(2007—2015 年)》明确提出,到 2010 年建成 400 个左右秸秆固体成型燃料应用示范点,生物质固体成型燃料产量达到 100 万吨以上,力争 2020 年达到 5000 万吨。在广大农村地区,生物质资源比较分散且容易获得,通过相应的转换技术生产固体成型等清洁燃料,引导农民改变传统用能方式,优化农村能源结构,可以替代煤炭、石油和天然气等矿物能源,从而减轻我国巨大的能源与环境压力,推动节能减排和农村经济社会可持续发展。秸秆固体成型燃料技术是将农业和林业生产的废弃物压缩为成型燃料,既可为农村生产生活提供优质能源,还能作为替代燃料满足城镇居民和机关、企事业单位能源消费,减少污染物排放,

改善生态环境。发展秸秆固体成型燃料产业,将分散的秸秆进行集中生产和供应,有利于提高资源利用率,发展低碳经济,改善农村生活条件,提高广大农民的健康水平,促进社会主义新农村建设。同时,农民还可以通过出售废弃秸秆而获得额外收入。此外,秸秆固体成型之后也可作为畜禽饲料,应用前景广阔。推广秸秆成型燃料技术本身还能带动加工、运输、销售等相关产业发展,还能为农村剩余劳动力提供大量就业机会,促进农业增效和农民增收。

为满足广大读者需求,加快推广应用秸秆固体成型燃料技术,本书系统介绍了秸秆固体成型燃料技术的概念、现状、原理、工艺、设备、应用、运行模式和效益等。此外,还介绍了秸秆等生物质炭化和固硫型煤技术。本书可供从事此项工作的干部、技术人员和广大农民阅读,也可供大专院校师生参考。

目前,秸秆等生物质能利用技术发展较快,由于时间仓促和作者水平所限,书中难免存在不足和疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009年6月9日

目 录

一、绪论	(1)
(一) 什么是固体成型燃料	(1)
(二) 市场前景	(1)
(三) 发展现状	(3)
1. 国外发展状况	(3)
2. 国内发展状况	(5)
二、原料的来源	(11)
(一) 原料的分类与评价	(11)
1. 原料的分类	(11)
2. 如何评价原料的资源量	(12)
(二) 原料的组成与特性	(16)
1. 化学组成	(16)
2. 原料特性	(19)

(三) 如何收集原料	(21)
1. 分散储存收集模式	(22)
2. 集中储存的收集模式	(23)
三、何谓秸秆固体成型技术	(24)
(一) 秸秆固体成型的原理是什么	(24)
(二) 工艺类型有哪些	(25)
1. 湿基压缩成型工艺	(25)
2. 加热压缩成型工艺	(26)
3. 炭化压缩成型工艺	(29)
(三) 典型的工艺流程	(29)
1. 工艺流程的选定原则	(29)
2. 颗粒固体成型燃料生产系统工艺流程	(30)
3. 块状、棒状固体成型燃料生产系统工艺流程	(32)
(四) 原料要求	(33)
1. 原料种类	(33)
2. 原料含水率	(34)
3. 原料粒度	(34)

(五) 固体成型工艺参数有哪些	(35)
1. 成型压力	(35)
2. 模具形状与尺寸	(36)
3. 加热温度	(36)
4. 黏合剂	(37)
四、原料的预处理技术	(39)
(一) 原料的输送	(39)
1. 气流输送设备	(39)
2. 螺旋输送设备	(41)
3. 胶带输送设备	(43)
4. 刮板输送设备	(44)
(二) 原料的粉碎	(48)
1. 目的与要求	(48)
2. 原理与方法	(49)
3. 工艺流程	(51)
4. 锤片式粉碎机	(52)
5. 如何选用粉碎机	(56)
(三) 原料的干燥技术	(58)
1. 机理与特性	(58)

2. 干燥方法与设备	(59)
五、固体成型设备	(65)
(一) 模压颗粒成型机	(65)
1. 构造原理和工作过程	(65)
2. 主要工作部件	(67)
3. 如何使用和维护模压成型机	(69)
(二) 螺旋挤压式成型机	(74)
1. 构造原理和工作过程	(74)
2. 主要工作部件	(77)
3. 如何使用和维护螺旋成型机	(79)
(三) 活塞冲压式成型机	(81)
1. 构造原理和工作过程	(81)
2. 主要工作部件	(85)
3. 如何使用和维护活塞成型机	(87)
(四) 卷扭式成型机	(87)
六、固体成型燃料的特性	(88)
(一) 固体成型燃料的物理特性	(88)
1. 松弛密度	(88)
2. 耐久性	(89)

(二) 固体成型燃料的化学特性	(91)
1. 生物质的元素分析	(91)
2. 生物质的工业分析	(93)
3. 生物质的热值	(94)
4. 生物质的灰分熔点	(95)
5. 秸秆固体成型燃料标准	(95)
(三) 固体成型燃料的燃烧过程	(96)
1. 固体成型燃料的点火性能	(96)
2. 固体成型燃料的燃烧过程	(98)
七、固体成型燃料的应用	(101)
(一) 农村居民生活用能	(101)
1. 自动颗粒燃料炉	(101)
2. 棒状燃料炉	(102)
3. 半气化炉	(104)
(二) 工业用途	(105)
(三) 秸秆与煤燃烧性能比较	(108)
(四) 秸秆与成型燃料燃烧性能比较	(109)
1. 成型燃料燃烧学原理	(109)
2. 秸秆燃烧缺点	(110)

3. 成型燃料燃烧优点	(110)
4. 试验对比	(111)
八、生物质炭化技术	(112)
(一) 木炭的性质	(113)
(二) 烧炭的工艺设备	(114)
(三) 干馏的工艺流程	(117)
九、生物质固硫型煤技术	(119)
(一) 生物质固硫型煤生产工艺	(120)
1. 生产工艺	(120)
2. 影响生物质型煤的技术因素	(121)
(二) 生物质固硫型煤的燃料特性	(122)
(三) 应用前景	(124)
十、运行模式与案例分析	(125)
(一) 运行模式	(125)
1. 秸秆收储	(125)
2. 组织运营	(126)
(二) 案例分析	(127)
1. 案例一:北京年产 10 000 吨颗粒燃料示范点	(127)

2. 案例二:黑龙江省年产 5000 吨颗粒燃料试点	
.....	(131)
3. 案例三:辽宁省年产 5000 吨颗粒燃料生产点	
.....	(132)
4. 案例四:吉林省年产 2000 吨颗粒燃料试点	
.....	(134)
附录 生物质固体成型燃料、设备常用术语	 (136)
参考文献	 (140)

一、绪论

(一) 什么是固体成型燃料

人们都知道,在农业和林业生产过程中,会产生大量的废弃物。例如,农作物收获后,残留在农田内的农作物秸秆,农副产品加工业的副产品(如稻壳、玉米芯等),林业生产过程中残留的树枝、树叶、木屑和木材加工的边角料等。上述农业和林业废弃物通常松散地分散在大面积范围内,堆积密度较低,给收集、运输、储藏和应用带来了一定的困难。

由此,人们提出如果将农业和林业生产的废弃物压缩为成型燃料,提高能源密度,不仅解决了上述问题,而且还可形成商品能源。例如,将松散的秸秆、树枝和木屑等农林废弃物挤压成固体成型燃料,体积可缩小6~8倍,密度为 $1.1 \sim 1.4 \text{ t/m}^3$,能源密度相当于中质烟煤。

(二) 市场前景

秸秆固体成型燃料技术生产工艺、设备简单,易于操作,成本较低,加工生产的固体成型燃料热效率高,燃烧性

能好,便于贮运(可长时间存贮和长途运输),易于实现产业化生产和大规模使用,可满足农村居民炊事、取暖用能需求,可为城镇社区区域供热提供清洁燃料,还可用于蔬菜瓜果温室大棚和园林花卉暖房保温取暖用能,增加农民的收入。具备条件的地区秸秆固体成型燃料还可供生物质发电。近年来,在中央和地方各级政府的支持下,秸秆固体成型燃料技术通过小规模试点示范初步探索出推广应用的宝贵经验,固体成型燃料技术得到了快速的发展,技术水平逐渐提高并趋于成熟。

据估算,中国农村地区居民每年炊事热水用能约 1.3 亿吨标准煤,北方地区采暖每年用能约 0.7 亿吨标准煤^①,能源需求量巨大。随着中央政府和地方各级政府的积极引导和大力推动,秸秆固体成型燃料将成为农村能源的生力军,成为农村沼气的必要补充,逐步在农村地区形成“一池一炉”的户用能源结构(每个农户家中配备一个沼气池,一个生物质炉具),运作良好的地区能够渗入到城市用能和商业发电领域中,有效替代煤炭,成为商品能源。

我国有 13 亿人口,80% 在农村和中小城镇。保守估计,在农村和中小城镇,生物质固体成型燃料技术产品若能占领未来市场的 25%,则仅成型燃料的年产值就达上百亿元,再加上产业链上的成千上万台民用炉灶和大量的工业用锅炉、粉碎机、成型机、营销网络设备、技术服务体系,其增值就更为可观。因此,生物质固体成型燃料技术的推

^① 数据来源:《亚洲开发银行咨询性技术援助项目——中国农村生物质能发展战略研究报告》,2008,北京。

广应用,充满着无限商机,有着十分广阔的市场前景,孕育着巨大的新的经济增长点和大量的就业机会。

(三) 发展现状

1. 国外发展状况

早在 20 世纪 30 年代,美国就开始研究固体成型燃料技术,并成功研制出螺旋挤压成型机。它在温度 $80^{\circ}\text{C} \sim 350^{\circ}\text{C}$ 和 100MPa 压力的条件下,可将木屑和刨花压缩成为固体成型燃料。生产的固体成型燃料密度为 $1 \sim 1.2 \text{ t/m}^3$,含水率 $10\% \sim 12\%$,含硫量 $0\% \sim 0.1\%$,灰分 $1\% \sim 3\%$,低位发热量 18MJ/kg 。在 20 世纪 80 年代中期,伴随着自动化程度相当高的家用生物质成型燃料炉具的诞生,美国逐渐建立起生物质固体成型燃料产业,家用生物质采暖炉的销量自 1990 年逐渐上升,并于 1994 年达到了高峰。在 1993—1998 年期间,每年生物质固体成型燃料销售总量约 50 ~ 60 万吨,占美国住宅取暖燃料需求量的 0.025%。

日本从 20 世纪 30 年代开始,研究应用机械驱动活塞式压缩成型技术来处理木材废弃物,于 1954 年前后成功研制出棒状燃料成型机,1983 年前后又从美国引进了颗粒成型燃料生产技术,逐步构建了日本固体成型燃料工业体系。日本通过对成型燃料压缩过程中的电力消耗、模具的结构与规格、压缩时的温度和压力,以及原料含水率和尺寸等问题详细的研究,进一步改进了固体成型燃料技术,

使技术更趋于实用化,到1984年生物质成型燃料厂已经达到172家,生产总量达26万吨。同时,日本还研制了一种用煤和生物质混合的成型燃料,称为“生物型煤”。该燃料兼顾了煤和生物质燃料的优点,具有易于点火、不冒烟、升温速度快和灰分少等特点,是一种适合家庭使用的理想燃料。

20世纪70年代后期,由于出现世界性能源危机,石油价格上涨,芬兰、比利时、法国、德国、意大利等西欧国家也开始重视固体成型燃料技术的研究开发。法国最初将秸秆压缩成为颗粒作为奶牛饲料,近年来也开始研究固体成型燃料,由多种林业废弃物生产成型燃料技术已达到了实用阶段。比利时成功地研制了“T117”螺旋压缩成型机。其主要性能为:块状成型燃料的出模温度为 180°C ,轴向压缩力大于 668kN ,耗电量 $45\sim 55\text{kWh/t}$,成型燃料的直径 $28\text{mm}\sim 100\text{mm}$,密度 $1.2\sim 1.3\text{t/m}^3$,低位热值 $18\sim 19.7\text{MJ/kg}$ 。燃料外表面形成一层自然纤维保护膜。联邦德国研制的KAHL系列颗粒机生产直径为 $3\text{mm}\sim 40\text{mm}$ 系列的颗粒燃料,耗电量为 $15\sim 40\text{kWh/t}$ 。意大利、丹麦、法国、德国、瑞典、瑞士等国也相继建成了30多家生物质颗粒燃料成型生产厂,40多家机械驱动活塞式成型燃料生产厂家。目前,仅瑞典就有10多家生物质颗粒加工厂,单个企业的年生产能力达到了20多万吨。2007年,瑞典生物质固体成型燃料的年生产能力已经达到150万吨。生产的生物质固体颗粒燃料除通过专门运输工具定点供应发电和供热企业外,还以袋装的方式在市场上销售,已经成为许多家庭首选生活用燃料。针对生物质固体成型燃料的种类、