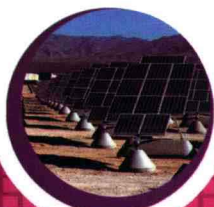




新农村低碳能人培训系列教材

新农村节能炕灶能人 培训教材

吕巧枝 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

ISBN 978-7-111-33690-7

策划编辑：肖耀祖

封面设计：路恩中



上架指导：农村书屋 / 建筑节能

地址：北京市百万庄大街22号

电话服务

社服务中心：(010)88361066

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037

网络服务

门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

定价：18.00元

ISBN 978-7-111-33690-7



9 787111 336907

新农村低碳能人培训系列教材

新农村节能炕灶 能人培训教材

吕巧枝 主编



机械工业出版社

本书介绍了新农村搭设节能炕灶的各种专业技术知识,内容主要包括热工基础知识,炕灶基础知识,单体省柴节煤灶,连炕省柴节煤灶,高效预制组装架空火炕,燃池与砖炉,烟囱及民用采暖循环系统。

本书根据国家对农村节能减排的意见及要求,结合最新的炕灶搭设技术编写,主要有以下特点:

1. 根据国家“十二五”规划纲要编写而成,紧扣国家建设脉搏。
2. 体例新颖、内容详尽、图文并茂、通俗易懂,不仅具有实用性而且具有很强的可操作性。

3. 针对性强、便于携带、易于查询。

本书可作为广大农户、农业技术员、农业推广技术人员的培训教材,也可供农业院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

新农村节能炕灶能人培训教材/吕巧枝主编. —北京:
机械工业出版社, 2011. 4
新农村低碳能人培训系列教材
ISBN 978-7-111-33690-7

I. ①新… II. ①吕… III. ①农村-节能灶-技术培训-教材 IV. ①S210.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 037950 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 肖耀祖 责任编辑: 肖耀祖 张荣荣

版式设计: 霍永明 责任校对: 任秀丽

封面设计: 路恩中 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

140mm×203mm·4.25 印张·117 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-33690-7

定价: 18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

本书编写人员

主 编 吕巧枝

参 编 (按姓氏笔画排序)

王 慧 王丽娟 齐丽娜

孙丽娜 刘艳君 陶红梅

前 言

炕灶，是人类最早掌握并使用的取暖、炊事方式之一，至今已有两千多年的历史。炕灶在农村群众生活中具有重要的地位，目前我国北方仍有炕六千余万铺，被近四千多万户农村家庭（约1.7亿人）使用，并已逐渐被应用到南方大部分地区。然而，有些地区炕灶的搭建技术却仍旧相当落后，不仅浪费柴草，而且还严重地污染环境。从发展农村经济、改善和提高农民的生活质量、保护生态环境的角度出发，在相当一部分农村地区继续抓改灶节柴工作的推广是十分必要的。从现实角度来看，很多农村地区在很长一段时间内依然脱离不了省柴节煤灶炕。因此，我们组织相关的专家、技术人员编写了此书。

本书共分为八章，内容主要包括：热工基础知识、炕灶基础知识、单体省柴节煤灶、连炕省柴节煤灶、高效预制组装架空火炕、燃池与砖炉、烟囱及民用采暖循环系统等。本书体例新颖、内容详尽、图文并茂、通俗易懂，不仅具有实用性而且有很强的可操作性。

本书采用“提纲式”的编写方式，运用最简单、最直接的手法进行编写，非常便于读者自学，并有利于读者抓住章节重点，理清知识脉络。

【要点】置于每一节的最前面，对该节内容进行概要叙述与总结。

【解释】通过设置一系列醒目的小标题，对**【要点】**内容进行详细地说明与分析。

【相关知识】对与本节题目相关的事项和关键词做扼要说明。

本书可作为广大农户、农业技术员、农业推广技术人员的培

训教材，也可供农业院校相关专业师生阅读参考。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀教材、专著和有关文献资料，在此一并致谢。限于编者水平有限，书中不妥之处或错误在所难免，恳请读者给予批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 热工基础知识	1
1.1 燃料	1
1.2 燃烧	5
1.3 炕灶的热损失分析	9
第2章 炕灶基础知识	13
2.1 旧式炕灶存在的弊病及改造意义	13
2.2 节柴灶施工图识读	16
第3章 单体省柴节煤灶	23
3.1 单体省柴节煤灶的特点及组成	23
3.2 单体省柴节煤灶的构造	24
3.3 单体省柴节煤灶的设计要求	32
3.4 单体省柴节煤灶的施工技术	39
3.5 单体省柴节煤灶的故障与排除	47
第4章 连炕省柴节煤灶	53
4.1 连炕省柴节煤灶的构造	53
4.2 连炕省柴节煤灶的技术要点	55
4.3 连炕省柴节煤灶的施工技术	57
4.4 连炕省柴节煤灶的保护措施	61
4.5 连炕省柴节煤灶的故障与排除	62
第5章 高效预制组装架空火炕	66
5.1 架空火炕的组成与布局方式	66
5.2 架空火炕的构造	68
5.3 高效预制组装架空火炕的设计要求	73
5.4 高效预制组装架空火炕的施工技术	78
5.5 高效预制组装架空火炕的故障与排除	85

第6章 燃池与砖炉	88
6.1 燃池的砌筑技术	88
6.2 砖炉的砌筑技术	90
第7章 烟囱	95
7.1 烟囱的概述	95
7.2 烟囱的设计与搭建	97
7.3 烟囱的故障与排除	102
第8章 民用采暖循环系统	107
8.1 民用采暖系统的简介	107
8.2 民用采暖煤炉炉具的结构	109
8.3 民用采暖系统的设计与安装	113
8.4 民用采暖系统的使用及保养	120
参考文献	125

第 1 章 热工基础知识

1.1 燃料

【要 点】

燃料是能通过化学或物理反应释放出能量的物质，被广泛应用于工农业生产和人民生活。燃料有许多种，农村炊事、取暖主要以薪柴、煤炭为主。本节主要介绍生物质燃料的组成成分、煤的组成成分以及生物质燃料与煤在结构特性上存在的主要差别。

【解 释】

1. 生物质燃料的组成成分

某种物质被加热到一定温度时，能和氧气发生强烈的化学反应而放出具有大量热能的碳化物与碳氢化合物，这种物质放出的热量在经济上有可利用价值时称为燃料。

燃料可分为气体燃料（如石油液化气、沼气等）、液体燃料（如石油、乙醇等）和固体燃料（如柴、煤等）三种。

农村生活燃料主要包括农作物秸秆和柴草，这些称为生物质燃料。生物质燃料的组成成分为碳、氢、硫、磷、钾、氮、氧、水分及灰分。

(1) 碳 (C) 碳是生物质燃料中的主要成分。1 千克碳完全燃烧时可放出 33858 千焦的热量，碳燃烧后变成二氧化碳 (CO_2) 和一氧化碳 (CO)。柴草中的碳一部分是游离的碳氢化合物，在燃烧中析出挥发物。另一部分是在灰渣中不完全燃烧的碳，为固定碳。在柴草中，固定碳的含量较少，所以容易点燃和燃烬。

(2) 氢 (H_2) 氢是重要的可燃物质，在柴草中含量在 5% 左

右，通常以碳氢化合物的形式存在，受热时特别容易挥发。氢容易燃烧，柴草中含氢愈多（如豆秸）就越易燃烧。

（3）硫（S） 硫也是可燃物质。每千克硫燃烧的发热量为 9196 千焦。燃烧生成二氧化硫（ SO_2 ）与三氧化硫（ SO_3 ）和烟气中水蒸气起化合作用，生成亚硫酸和硫酸蒸气。硫在柴草中含量较少，一般只有 0.1% ~ 0.2%。

（4）磷（P）和钾（K） 磷和钾都是可燃物质，是生物质燃料特有的成分。磷燃烧后生成五氧化二磷（ P_2O_5 ），钾燃烧后生成氧化钾（ K_2O ）。在柴草中磷的含量只有 0.2% ~ 0.3%，而钾的含量为 11% ~ 20%。

（5）氮（N）和氧（ O_2 ） 柴草中含氮量很少，只有 0.5% ~ 1.5%，所以对燃烧影响不大；而含氧量占 30% ~ 44%，燃料燃烧时可相对减少空气量供给。

（6）水分 水分是生物质燃料中的杂质之一，不但不能燃烧，还会吸收灶膛内的热量而汽化，降低灶膛温度。含水量越多的柴草越不容易燃烧，含水量可在 5% ~ 60% 之间变化，见表 1-1。

（7）灰分 灰分是柴草中不可燃的矿物质。灰分多的柴草发热量低。比如稻草的灰分高达 13.86%，而豆秸的灰分仅为 3.13%，因此，二者燃烧情况差别很大。

灰分过大则容易在烟道中沉积，使通路截面变窄降低抽力，影响燃烧，排入大气后对大气污染也比较严重。

2. 煤的组成成分

（1）碳 碳是组成煤的最主要元素，决定着煤发热量的大小，碳在煤中常与氢、氧、硫等形成化合物。纯碳是很难完全燃烧的，所以煤中的可燃成分碳化程度越深，在灶中燃烧就越困难。根据煤质不同，煤中的含碳量大约为 55% ~ 90%。

（2）氢 氢是煤中第二大组成元素，也是煤中能发出最大热量的元素，容易燃烧。氢在煤中通常不超过 4% ~ 5%。

（3）硫 硫在煤中主要以两种形态存在，一是有机硫，有机硫与煤中的碳、氢、氧等元素合成复杂的化合物，均匀地分布在煤中；

表 1-1 燃料低位发热量与含水量对照表 (单位: 千焦/千克)

含水量(%) 种 类	5	7	9	11	12	14	16	18	20	22
玉米秸秆	15422.2	15041.5	14660.7	14280	14091.7	13710	13330.2	12949.5	12568.7	12192.2
高粱秸秆	15744.4	15359.5	14970.4	14585.4	14393	14008	13623.1	13238.2	12853.2	12464.1
棉花秆	15945.2	15551.9	15167	14773.7	14577.1	14192.1	13803	13413.9	13020.6	12635.7
豆秸	15836.4	15313.4	14949.4	14568.7	14372	13991.3	13606.4	13221.4	12836.5	12451.6
麦草	15439	15058.2	14681.7	14301	14154.5	13731.9	13355.3	12974.6	12598	12221.5
稻草	14183.8	13832.3	13480.8	13129.3	12953.6	12602.2	12250.7	11899.3	11547.8	11194.4
谷草	14794.6	14426.4	14062.4	13694.2	13514.3	13146.1	12782.1	12460	12054.1	11690.1
柳树枝	16321.8	15928.5	15518.5	15129.3	14932.7	14535.2	14133.6	13740.3	13342.8	12945.3
杨树枝	13995.5	13606.4	13259.1	12911.8	12736.1	12388.8	12041.3	11694.3	11347	10995.6
牛粪	15380.4	14957.8	14585.4	14208.9	14016.4	13639.8	13263.3	12890.9	12430.7	12133.6
马尾松	18371.9	17932.6	17489.1	17049.8	16828	16384.5	15936.9	15493.4	15054	14610.5
桦木	16970.3	16422.2	16125.1	15715.1	15505.9	15095.9	14685.8	14275.8	13870	13460
楸木	16652.3	16250.7	15840.6	15439	15238.1	14836.5	14426.4	14020.6	13623.1	13213.1

二是硫化铁硫，硫化铁硫以金属硫化合物形态存在于煤中。这两种硫可以挥发且参与燃烧，硫在燃烧时放出一些热量，生成二氧化硫与三氧化硫，这些气体与水蒸气合成亚硫酸和硫酸蒸气，对金属有腐蚀作用。如果以二氧化硫气体的形态排放到大气中，还会污染环境。硫在煤中是有害物质，含量大多在2%以内，个别情况也可达7%~8%。

(4) 氧 氧是降低煤发热量的有害元素，氧在无烟煤中的含量为1%~2%，泥煤中可高达40%。煤中氧越高，游离氢就越少。

(5) 氮 氮是惰性气体，不参与燃烧。氮在煤中含量为0.5%~2.5%。

(6) 水分 水分在煤的加热和汽化过程中要吸收热量，还会与煤中硫的燃烧产物合成亚硫酸和硫酸蒸汽，起到腐蚀作用，所以水分越高煤燃烧越困难。水分在煤中含量为4%~35%，有的劣质煤的水分含量高达50%以上。

(7) 灰分 灰分是指煤燃烧后，不可燃的矿物质和氧化硅、三氧化二铁等剩留下来形成的灰渣。灰分越高，煤的发热量就越低，煤中的灰分一般为5%~35%左右。劣质煤的灰分可高达40%~50%左右。

3. 生物质燃料与煤的差别

生物质燃料与煤在结构特性上存在四个主要差别，见表1-2。

表 1-2 生物质燃料与煤在结构特性上的主要差别

燃料种类	碳(%)	氧(%)	氢(%)	灰分(%)	挥发分(%)	密度/(吨/米 ³)
生物质燃料	38~50	30~44	5~6	4~14	65~70	0.47~0.64(木材)
煤	55~90	3~20	3~5	5~25	7~38	0.8~1.0

(1) 含碳量和固定碳含量不同 生物质燃料中，含碳量最高达50%左右，相当于生成年代比较少的褐煤的含碳量。生物质燃料中的固定碳的含量也明显低于煤。所以生物质燃料不耐烧，需要频繁添加，并且它的热值也比较低。

(2) 含氢量和析出挥发分不同 生物质燃料中的碳，大多数和氢结合成较低分子的碳氢化合物，遇到一定温度后热分解而析出挥发

分,所以生物质燃料容易点燃。燃烧初期析出量较大,在空气与温度不足的情况下易产生黑边的火焰。

(3) 含氧量不同 生物质燃料含氧量明显高于煤。它使得生物质燃料热值低,但是容易点燃,在燃烧时可相对地减少空气量的供给。

(4) 密度不同 生物质燃料的密度明显低于煤。质地比较疏松,特别是农作物秸秆,易于燃烧与燃烬。灰渣中残留的碳量一般比煤少。

【相关知识】

国内煤炭的分类 (GB 5751—2009《中国煤炭分类》)

(1) 煤类划分及代号 本分类体系中,先根据干燥无灰基挥发分等指标,将煤炭分为无烟煤、烟煤和褐煤;再根据干燥无灰基挥发分及黏结指数等指标,将烟煤划分为贫煤、贫瘦煤、瘦煤、焦煤、肥煤、1/3焦煤、气肥煤、气煤、1/2中黏煤、弱黏煤、不黏煤及长焰煤。各类煤的名称可用下列汉语拼音字母为代号表示:

WY——无烟煤;YM——烟煤;HM——褐煤。

PM——贫煤;PS——贫瘦煤;SM——瘦煤;JM——焦煤;FM——肥煤;1/3JM——1/3焦煤;QF——气肥煤;QM——气煤;1/2ZN——1/2中黏煤;RN——弱黏煤;BN——不黏煤;CY——长焰煤。

(2) 编码 各类煤用两位阿拉伯数码表示。十位数系按煤的挥发分分组,无烟煤为0 ($V_{daf} \leq 10.0\%$, V_{daf} 表示煤的挥发分),烟煤为1~4 (即 $V_{daf} > 10.0\% \sim 20.0\%$, $> 20.0\% \sim 28.0\%$, $> 28.0\% \sim 37.0\%$ 和 $> 37.0\%$),褐煤为5 ($V_{daf} > 37.0\%$)。个位数,无烟煤类为1~3,表示煤化程度;烟煤类为1~6,表示黏结性;褐煤类为1~2,表示煤化程度。

1.2 燃烧

【要点】

通常情况下,燃料送入燃烧室后,在高温热量(由前期燃烧形

成)的作用下被引燃而燃烧,同时释放出大量的热量,供炊事、取暖所用。但是,要使燃料在燃烧室内得到充分燃烧,是要满足特定条件的,否则燃料不能充分燃烧,既浪费燃料又浪费时间。本节主要介绍生物质燃料燃烧的特点、木质燃料的燃烧方式、燃料燃烧及完全燃烧应具备的条件。

【解 释】

1. 生物质燃料燃烧的特点

(1) 生物质燃料的密度小,结构比较松散,挥发分含量高,在250℃时热分解开始,到350℃时挥发分就能析出80%。挥发分析出时间较短,如果空气供应不当,有机挥发物容易不被燃烬而排出,排烟为黑烟,严重时为浓黄色烟。因此在设计炉灶时应注意有一定的燃烧空间。

(2) 挥发分逐渐析出和烧完后,燃料的剩余物为疏松的焦炭,气流运动会将一部分炭粒裹入烟道形成黑絮。因此,通风过强则会降低燃烧效率。

(3) 挥发分燃烧完后,固定碳燃烧受到灰分包裹和空气渗透难的影响,易有残炭遗留。此时的空气最好由灶篦供给,而且要有一定的流动强度来加强其渗透能力。由灶门进入的空气则常常白白吸收热量而排出。

2. 木质燃料的燃烧方式

木质燃料燃烧的装置多种多样,但是它的燃烧方式通常有上燃式、全燃式(水平式)和下燃式三种。

(1) 上燃式 上燃式燃烧的助燃空气从燃料的下面进入,火焰上升,全部燃料同时燃烧,这种燃烧方式最简便。结构如图1-1所示。

上燃式燃烧装置的燃烧室呈喇叭形,有一个很理想的火灰层,木柴汽化比较均匀,有利于缓慢燃烧,燃烧较完全,而且燃烧速度容易调节。所用柴也可以粗放一些,不需要经常加柴。从这些方面看,上燃式是一种理想的燃烧方式。

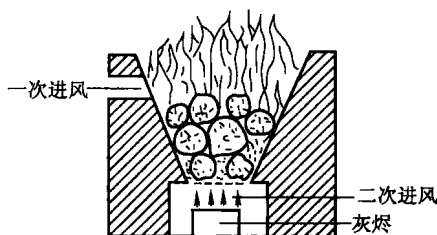


图 1-1 带二次进风的上燃式燃烧装置

(2) 全燃式燃烧 全燃式燃烧又称水平式燃烧。燃烧室由灶篦与一定的空间组成，木柴点燃后在灶篦上燃烧，空气由灶篦下方进入，燃烧产物通过一部分火层，随即上升，最后进入灶膛。目前推广的节柴灶多是全燃式燃烧，其结构如图 1-2 所示。

(3) 下燃式燃烧 下燃式燃烧方式，燃烧产物被引上燃烧室底部，经过灶篦起作用。燃料燃烧的速度随一次风的进入量的变化而变化。这种燃烧方式容易控制，适合用作炕灶、火墙和烤房。结构如图 1-3 所示。

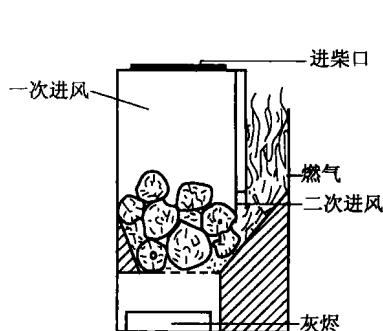


图 1-2 全燃式燃烧装置

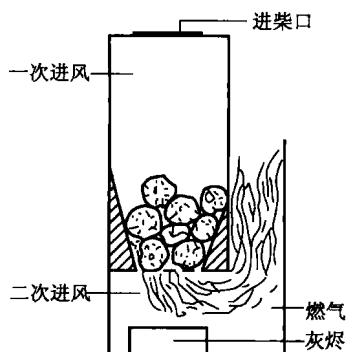


图 1-3 下燃式燃烧装置

以上三种燃烧方式有各自的特点，可从实际出发根据用热情况、柴质、生活习惯及用途等进行选择。

3. 燃料燃烧应具备的条件

燃烧过程是同时产生光和热的氧化反应过程，燃烧必须具备以下

三个条件：

- (1) 燃烧必须有燃料。
- (2) 燃烧必须有足够高的温度。
- (3) 燃烧必须提供充分的氧气（空气）。

以上三个条件只有同时满足时才能使燃料燃烧。

4. 燃料完全燃烧应具备的条件

使燃料完全燃烧应具备的条件如下：

(1) 必须把温度维持在燃料的燃烧温度以上。一般来说燃烧室温度每升高 10°C ，燃烧速度就可提高一到两倍。所以提高燃烧温度是十分必要的。

(2) 必须把适量的空气以正确的方法供应给燃料，否则燃料燃烧也不会旺盛。

(3) 必须及时妥善地排除灰渣。

(4) 必须提供燃料燃烧的足够空间和时间。

如果不符合上述条件，就会造成燃料不完全燃烧。

【相关知识】

燃料的燃烧原理

燃料送入燃烧室后，在高温热量（由前期燃烧形成）的作用下，燃料被加热析出水分。随着燃料温度的继续增高（大约在 250°C 左右），热分解开始，挥发分（低分子的碳氢化合物或氢）析出，气态的挥发分与周围高温空气的混合首先被引燃而燃烧。通常情况下，燃料中残留下的焦炭被挥发分包围着，燃烧室中，氧气不易渗透到焦炭的表面，只有当挥发分的燃烧快要结束时，焦炭及其周围温度已很高，空气中的氧才有可能接触到焦炭表面而产生焦炭的燃烧。焦炭燃烧不断产生着灰烬，它包裹着剩余的焦炭，妨碍它的燃烧，灰渣中残留的余炭就是这段燃烧不良而形成的。因此，加强灶篦的通风或适当地捅火都可促进焦炭的燃烧。

产生火焰燃烧过程有挥发分析出燃烧和焦炭燃烧两个阶段，前者约占燃烧时间的 10%，后者则占 90%。