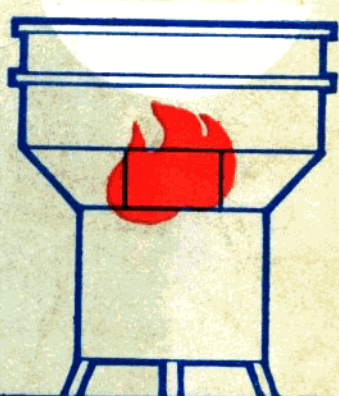




全国优秀省柴灶 及节煤炉灶

GUO YOUXIU SHENGCHAIZAO JI JIEMEILUZAO

福建科学技术出版社

出版说明

能源，是国民经济发展的战略重点；而生活用能，则是关系人民日常生活的大事。怎样使炉灶做到既节约能源，又卫生实用，是千家万户关心的一个重要问题。为此，我们特请“全国优秀省柴灶”奖者刘萧英同志编写此书，以飨读者。

本书收集了一九八二年十月由国家农牧渔业部主持评定的十四个“全国优秀省柴灶”。书中关于各种灶型的图纸及文字介绍，基本上是按照各研制单位提供的资料和图纸进行整理的，同时也参照全国评比测试现场的实灶略作改动和补充，以使内容更加完善和详尽。

第一部分所述的节能原理和基础知识，可供从事改革和推广省柴节煤炉灶工作的同志参考；后面介绍的“全国优秀省柴灶”和节煤炉灶可供各地根据具体情况选择推广使用。

本书在编写过程中，曾参阅中国农业工程研究设计院编印的有关材料，并承蒙各研制单位提供图纸和资料给予大力支持。在此一并致以谢意。

一九八三年七月

目 录

第一部分 省柴、省煤灶的节燃原理和基础知识

- 一、燃料的成分和性质.....(1)
- 二、燃料的燃烧过程.....(2)
- 三、燃料的燃烧三要素.....(4)
- 四、热传递与计算公式.....(5)
- 五、热损失.....(9)
- 六、怎样采取措施,改革炉灶,节约燃料.....(10)

第二部分 农村省柴灶

- 一、省柴灶的基本结构.....(15)
- 二、“全国优秀省柴灶”介绍.....(21)
 - 岳阳Ⅰ型省柴灶.....(23)
 - 零蒲2—Ⅰ型省柴灶.....(29)
 - 缙云炉芯省柴灶.....(36)
 - 横峰型省柴灶.....(41)
 - 瑞昌Ⅰ型省柴灶.....(46)
 - 船形回风省柴灶.....(50)
 - 郸城自拉风灶.....(55)
 - 月牙形自拉风灶.....(60)
 - 甬道式回风省柴灶.....(64)
 - 蓬溪卫生省柴灶.....(73)
 - 东台葫芦灶.....(78)
 - 大丰省柴灶.....(82)
 - 鹿寨LZ—Ⅰ型省柴炉.....(86)

鹿邑三用水泥炉	(90)
附表一、各种燃料不同含水量及其低发热值 变化表	(95)
附表二、全国优秀省柴灶热性能测试结果 一览表	(96)
附表三、全国优秀省柴灶各部分结构尺寸对照 一览表	(98)

第三部分 城镇节煤炉灶

喷火式Ⅱ型节煤炉灶	(100)
微型鼓风机节燃灶	(112)
大型蜂窝煤灶	(118)
饮食业用大型蜂窝煤灶	(126)
三省回风灶	(130)
附录一、民用柴炉柴灶热性能测试方法	(137)
附录二、无烟煤蜂窝煤、炉具和测试方法 标准(草案)	(145)

第一部分 省柴、省煤灶 的节燃原理和基础知识

要搞好省柴、省煤灶的研究推广工作，必须懂得省柴、省煤灶的节燃原理和基础知识。也只有这样，才能因地制宜，灵活运用，并使省柴、省煤灶推陈出新，不断向更高水平发展。

一、燃料的成分和性质

目前我国生活用燃料，基本可分煤炭和生物质燃料两大类。城乡居民多用煤炭，农村群众多烧木柴、秸秆、稻草、茅草、谷壳、树叶等生物质燃料。由于各种燃料品种不一，所含成分也很复杂。总起来看，可分为四个组成部分。即：固定碳、挥发分、水分和灰分。前两部分是可以燃烧的物质，在燃烧中可以放出热量；后两部分是不能燃烧的物质，并且还会阻碍燃烧，带走热量；造成热损失。如果细致分析，燃烧中含有碳、氢、氧、氮、硫、磷、钾等元素。这些元素在燃料中的性质、作用不一样。其中碳、磷、钾都可燃烧，氢存在于碳氢化合物中可以燃烧，但含量较少。氧在空气中可以助燃，但在燃料中不但不能助燃，反因化合作用，往往约束其他有利元素的燃烧。氮不能燃烧，但也无大害。煤炭中的硫，虽然能燃烧，但却产生 SO_2 有害物质，腐蚀金属和污染空气。磷、钾燃烧后生成五氧化二磷和氧化钾，就是草木灰中的磷肥和钾肥。燃料的发热量大小，主要取决于该种燃

料所含固定碳多少。煤炭含固定碳较多，而生物质燃料含固定碳较少(40%左右)。因此生物质燃料的发热量也较煤炭的发热量低，一般只有3000~4000千卡/公斤，约为煤炭发热量的二分之一左右。在生物质燃料中，秸秆和稻草又较木柴发热量为低。再加柴草炉灶受燃烧条件的限制（如炉温不高，使用时间不连续等），因此柴草中固定碳的燃烧也不如煤炭中固定碳燃烧的完全。这就使柴草灶的热效率受到很大限制，比烧煤灶的热能利用率更低。特别是如果柴草中含水量较多，则不仅发热量大大降低，而且燃烧中还要将一部分热量消耗在水分蒸发上，成为无用的热，造成较大的浪费。因此节约柴草，必须用干燥的柴草，不要烧湿柴。

此外，生物质燃料还有一个特点，就是结构松散，表面积大，透气性好。优点是易于燃烧；但缺点是质地过分蓬松（如稻草、茅草），爆发性需氧量大。在燃烧中，空气补充一时达不到要求，便会产生浓烟，燃烧不全。而一旦燃旺，燃烧得又会很快。这样，也给柴、草灶的持续正常燃烧带来一定困难。所以现在普遍使用的旧烧柴灶，一般热效率只有10%左右。旧烧煤灶由于结构不合理，热效率也只有20~30%左右。

二、燃料的燃烧过程

燃料的燃烧，实际就是燃料中所含的可燃物质在一定温度条件下与空气中的氧发生强烈的化合作用。燃料的燃烧过程，总的来看，可分为两大阶段：即吸收热量阶段和放出热量阶段。如细致划分，可分为预热、点燃、燃烧和燃尽四个阶段。1. 燃料刚刚进入炉灶时，首先要吸收外界热量，以提高本身温度，并蒸发本身所含水分，称为预热或干馏阶

段。2.当燃料温度继续升高至一定界限时，燃料就发生热分解，放出挥发分，当达到各自起燃所需要的温度（即燃点）时，开始点燃，放出部分热量，称为脱气或点燃阶段。3.燃料温度继续升高，燃料中所含固定碳就与空气中的氧气发生强烈的化合作用，生成二氧化碳气体，放出大量热量，称为燃烧阶段。4.固定碳燃烧完毕，剩下不可燃的灰分留下来，称为燃烬阶段。

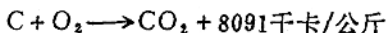
不同燃料，由于所含成分比重不同，都各有自己的释放挥发分、开始点燃和完全燃烧时所需要的温度。现分别列出如下表：

燃料 项别	木 柴	褐 煤	烟 煤	无 烟 煤
释 放 挥 发 分所需温度	170℃~180℃	170℃以上	170℃~260℃	380℃~400℃
着 火 温 度 (燃 点)	200℃~250℃	370℃	400℃~500℃	600℃~750℃
完 全 燃 烧 所需温度	300℃~350℃	500℃~600℃	700℃~850℃	900℃~950℃

注：木炭的着火温度为300℃~350℃。

我们了解了以上过程和特点，就可以有的放矢地采取相应措施，分别促进燃料在各个不同阶段中向着完全燃烧转化，以提高炉灶的热效率。

燃料在燃烧过程中，所产生的化学反应方程式是：



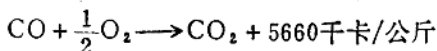
也就是说，燃料中一个碳原子和空气中的两个氧原子在高温中急剧化合成二氧化碳，同时放出8091千卡/公斤的热

量，这叫完全燃烧。

但如果因为炉灶中温度过低或供氧不足，则发生另一化学反应方程式：即



也就是说在上述条件下，只能两个碳原子与两个氧原子化合，生成二个一氧化碳，只发出2431千卡/公斤的热量。这就叫不完全燃烧。同样多的燃料，不完全燃烧比完全燃烧热量减少三分之二。一氧化碳如在一定高温的条件下得到二次补充氧气，则又可发生下列化学反应方程式：



因此，在改革省柴、省煤炉灶中，如何采取措施促进燃料的完全燃烧是一个重要的课题。

三、燃料的燃烧三要素

燃料要完全燃烧必须具有良好的燃烧条件，即通常所说的燃烧三要素：温度、空气与时间。简称T、A、M。

1. 灶膛内要有一定高的温度。因为燃料燃烧时，不是所有的可燃分子都能和所接触到的氧分子发生化学反应，而是只有已分裂成原子或离子状态的活化分子在互相碰撞时才能起化合作用。而要使分子活化，就需要一定的温度以破坏其原有的稳定的分子结构。因此灶中温度越高，燃烧的速度就越快，燃烧也就越完全（各种燃料在完全燃烧时所需的不同温度，见前表）

2. 灶膛内必须有良好的通风条件，有足够的空气供应。一定量的燃料在完全燃烧时，有所需要的理论空气量。如果空气供应量不足，则不能完全燃烧，而生成一氧化碳，

随着烟气排走，造成大量热损失。此外，所谓良好的通风条件，包含两个含意：一是空气量充足，能满足各可燃分子起化学反应的需要（至少要稍大于该燃料燃烧时所需的理论空气量）。二是要使空气中的氧与可燃物的接触均匀而广泛。可燃物中分子与空气中氧分子接触机会愈多，燃烧就愈强烈。

3. 要保证燃料在灶膛中，从吸热到燃烧阶段有足够的时间。使其能烧透并发出所有的热量，避免灰渣含碳过多，造成热损失。

四、热传递与计算公式

燃料燃烧时所放出的热量，要通过多种不同形式传递到我们所炊煮的食物中去，这就是可被利用的有效热量。而有效热量（即热效率）的高低是衡量一个炉灶好坏的主要标准。因此如何提高传热效率，减少各种热损失，便是我们实现节约燃料进行炉灶改革的主要课题。

热能的传递有三种基本方式。即：导热、对流和辐射。

1. 导热：即两个不同温度的物体互相接触时（或一个物体的不同部分存在两种不同温度时），热能就会借助于物体内部的微粒运动，由温度高处向温度低处传递。这就叫导热。这种方式的传热量与物体的两部分（或内外壁）的温差、传热面积以及物体的导热系数成正比。和传递壁的厚度成反比。计算公式是：

$$\text{热流量 } Q = \frac{\lambda}{\delta} \Delta t \cdot F \text{ (千卡/时)}$$

式中： λ ——导热系数（千卡/米·时·℃）

δ ——壁厚（米）

Δt ——内外壁的温差（ $\Delta t = t_1 - t_2$ ℃）

F——传热表面积（米²）

民用炉灶中的导热传热有两个方面。一是热能由锅底外壁高温区向锅底内壁低温区传递，这是有效热量；二是热能由炉灶内部高温区向炉灶外部低温区传递，这就是灶（炉）体的散热损失。对前者要求传热量越大越好，对后者要求传热量越小越好。要增加导热传热量或要减少导热传热量，都应根据不同需要分别选择导热系数较大或导热系数较小的材料。

2. 对流：依靠液体或气体的流动而实现的热传递过程叫做对流。如锅中冷水受热后，即体积膨胀，密度变小，由锅底部上升，而上部冷水因密度较大则沿锅壁四侧下降，填补上升热水的原来位置，这样就产生对流，直至全锅水温提高，达到沸腾。另外，当某一气体或液体流过某一固体表面时，如果二者温度不同，二者之间也就进行热交换。如灶中火焰和高温烟气，直接冲刷在锅底面上，将热量传给铁锅。这一过程既有对流作用，也有导热作用，称作对流换热。计算公式是：

$$Q = a(t_w - t_f)F \text{ (千卡/时)}$$

式中： t_w —固体壁表面温度（℃）

t_f —流体温度（℃）

a —放热系数。指1 m²壁面积上当流体同壁之间的温度差为1℃时，每小时所能传递的热量（千卡/米²·时·℃）

F—流体与壁面的接触面积（米²）

从上式可以看出对流换热量的大小，主要决定于二者的温差、换热面积和对流放热系数 a 。而对流放热系数 a ，除与固体材料的导热系数、表面形状及流体的性质有关外，还与流体的流速关系极大。流速愈大，放热系数 a 值就越高，当

各种常用材料导热系数表

材料类别	材料名称	导热系数 (千卡/米·时·℃)	材料类别	材料名称	导热系数 (千卡/米·时·℃)
炉膛保温材料	膨胀珍珠岩粉	0.036~0.067	锅具材料	铸 铁	50
	膨胀蛭石	0.045~0.05		钢	39
	水泥珍珠岩制品	0.06~0.097		铝	182
	矿 渣 棉	0.05~0.06		铜	330
	石 棉 粉	0.085~0.16	建筑材料	红 砖	0.49~0.60
	石 棉 绳	0.09~0.18		耐火砖	0.8~1.2
	硅酸铝纤维	0.04~0.06		硅藻土砖	0.11~0.13
	草 木 灰	0.05~0.07		煤渣砖	0.19~0.36
	粗 糠 灰	0.08		砖 墙	0.70
	锅炉煤渣	0.18~0.25		钢筋混凝土	1.32
				混凝土	1.10
				砂	0.5~0.65
余热水箱保温材料	超级玻璃棉	0.028		窗玻璃	0.65
	玻 璃 丝	0.05~0.06		松木板	0.13
	脲醛泡沫塑料	0.012		木丝纤维板	0.048
	奢 糠	0.036~0.072	其它	水	0.50
	棉 花	0.042		烟 垢	0.05~0.1
	锯 木 屑	0.06~0.07		水 垢	1~2.7
	密封空气	0.02			

不同厚度的保温材料热损失情况表

热损失 % 保温材料导热系数	厚度	10	20	30	40	50	60
	m·m	m·m	m·m	m·m	m·m	m·m	m·m
0.05		25	18	14	11	10	9
0.07		32	23	18	15	13	12
0.10		39	30	24	21	18	17

流体速度由每秒一米提高到1.5米时，放热系数 α 就可提高40%左右。

3. 辐射：辐射传热是由热源物体表面直接发射出热量，越过空间而为另一物体表面所接受。它主要在两个不同温度的固体表面之间进行。如燃烧炽热的煤炭及木炭直接向锅底表面辐射出强大的热量，称辐射换热。在辐射换热过程中，热辐射的能量形式发生两次变化。即物体中一部分内能（热能）先转化为电磁波能发射出去；当被另一物体表面吸收时，则又由电磁波能转化为物体内能（热能）。根据斯蒂芬·玻尔兹曼定律：辐射力与热源表面绝对温度的四次方成正比。在单位面积，单位时间内辐射换热量的计算公式是：

$$q = C_{12} \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \text{ (千卡/米}^2 \cdot \text{时)}$$

式中： q —1 m²换热面积在每小时中的热流量

C_{12} ——称相当辐射系数，大小取决于物体表面材料及状态，其数值在0~5.67之间。单位是：千卡/米²·时·K

T_1 ——热源物体的绝对温度K

T_2 ——被辐射物体的绝对温度K

在炉灶实际工作过程中三种传热方式是同时存在的，工程上为计算方便，将三种传热公式综合导出一项整个传热过程的计算公式，称传热方程式：

$$Q = \frac{F(t_1 - t_2)}{\frac{1}{a_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_2}} = FK(t_1 - t_2) \text{ 千卡/小时}$$

式中： t_1 为热流体（火药及高温烟气）的温度， t_2 为冷流体（水）的温度， a_1 为热流体对锅外壁的总放热系数， a_2 为锅内壁对冷流体的放热系数

$$K \text{ 称传热系数, } K = 1 / \left(\frac{1}{a_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_2} \right)$$

千卡/米²·时·度

由于金属锅壁的导热系数大，壁薄，其热阻可略去不计，故传热系数也可写作 $K = 1 / \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} \right) = \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2}$

根据上式，要提高传热系数 K ，必须抓住主要矛盾，着重提高 a_1 值，即热流体对锅壁的总放热系数。

五、热 损 失

燃料燃烧时放出的热量在实践中不可能全部被利用起来，而是有相当大部分的热量白白地损失了。这部分损失的热量叫热损失。由于旧式炉灶结构不合理，热损失数量极大。一般柴灶的热损失达90%左右，煤灶的热损失达70~80%左右。给燃料消耗带来极大浪费。

在普通烧柴、烧煤炉灶中，热能损失主要有四个方面。

1. 排烟热损失：炉灶在燃料燃烧时产生的烟气，一般温度仍有300~400℃左右。这些烟气，不断从烟囱排走，

带走了大量热量。这种损失就称为排烟热损失。衡量排烟热损失的大小，主要是测试排烟口处烟气的温度，以及单位时间内的排烟数量。

2. 不完全燃烧的热损失：一种是机械不完全燃烧的热损失。如没烧完的柴屑草屑从炉条间隙漏到灰坑，煤渣中还会有部分未烧完的固定碳，飞灰中带有没烧完的燃料微粒等。另一种是化学不完全燃烧的热损失。如一氧化碳与部分可燃气体因空气不足混合不佳或炉温不高，未经完全燃烧就从烟囱排走等。

3. 灶体散热损失：燃料燃烧时产生的部分热量被灶体所吸收，然后又通过灶体表面散失到空气中去。叫灶体散热损失。此外，在燃烧中灶体本身还要吸收蓄存一部分热量，叫灶体蓄热损失（但对需要封火过夜的蜂窝煤炉灶来说，一定的灶体蓄热还是有用的。因为有一定温度的灶体灶膛，对保持连续燃烧及夜间封火都是必要的）。

4. 灰渣热损失：燃料燃尽后余下的灰渣还有较高的温度，这些灰渣排出灶外，即带走一部分热量，称为灰渣热损失。

六、怎样采取措施，改革

炉灶，节约燃料

我们了解了前面所说的燃料的燃烧过程、燃烧性质以及热传递方式和热损失情况后，就可以知道要研究省柴、省煤灶（炉），提高热效率，节约燃料，必须采取一切措施解决两个方面的问题。第一、如何使燃料得到完全的燃烧；第二、如何使燃烧中放出的热量得到充分的利用。现在就这两

个问题，进行一些初步的探讨：

1. 如何使燃料得到完全的燃烧：从前面讲过的基本知识中，我们知道要使燃料完全燃烧，就必须符合“燃烧三要素”的要求。如农村中旧式烧柴灶多数是两大两无（即大灶口、大灶膛、无烟囱、无炉篦）。空气供给不足，炉温不高。据初步调查，农村旧灶烧开10斤水，一般耗柴1.5~2市斤，耗稻草1.8~2.5市斤，耗时15分钟，热效率仅有10%左右。因此，要改革旧式炉灶，必须按照燃烧三要素的要求，进行以下改革：

①设置烟囱、炉篦、进风道，保证燃料有充足的空气供应。但是空气供应又要适量，不能过多。为掌握适当进风量，大型炉灶需要计算理论空气量及过剩空气系数（小型锅炉及大型煤灶的过剩空气系数一般在1.3~1.4左右）。民用炉灶不必如此复杂计算，但也需掌握进风适当，使灶内燃料既要燃烧迅速、火焰旺盛而又不被拉入烟囱。有的资料介绍，一公斤农家燃料在燃烧中所需的空气量约为5~7立方米，过剩空气系数约为1.4~1.8左右。一般煤灶比柴灶所需要的空气量大，所以煤灶（指烧散煤的灶）的烟囱高度要较柴灶为高。蜂窝煤灶（炉），因蜂窝煤饼本身有许多通风孔，可燃物质与空气接触条件好，而且空气上升阻力小，炉芯本身又具有相当抽力，所以烟囱抽力不宜大，只需能将烟气排出室外就可以。如烟囱抽力过大则排烟温度高并发生偏火，热效率大大降低。

②缩小灶口、灶膛，并在灶口安装铁门，避免冷空气进入。同时，灶内设置燃烧室、反射层（用导热系数小的材料砌制），并在燃烧室周围填充绝热保温材料，以保证灶内有较高的温度，特别是蜂窝煤炉（灶），由于是连续用火以

及需要长时间封火。灶膛保温好坏对火力是否旺盛，炉子是否好烧，煤炭能否节约起着决定性的作用。

要了解灶膛内火焰温度高低，除用热电偶进行测试外，还可以从观察火焰颜色得知灶中火焰的温度。现将火焰颜色与温度的关系附表如下：

火焰颜色	暗红	浅 红	红	明红	橙	黄	明黄	白	炽白
温度℃	600	650~750	800~850	900	1000	1050	1150	1250	1500

③采取措施，增加火焰在灶内燃烧停留的时间。为此，优秀的省柴灶、省煤灶大都设置了拦火圈或回风带等控制火焰的结构。这些结构的作用，就是使火焰不能直接被抽入烟囱，而必须沿着回烟道在锅底回旋半圈，然后进入烟囱。这样就加长了火焰与锅底的接触时间，从而把热量充分传给锅壁。此外，为了使燃料在灶中有足够的燃烧空间，添草、添煤不可太多，要掌握少添、匀添的原则，才能使燃料完全燃烧。

2. 如何使燃烧中放出的热量尽可能得到充分利用

要使热能得到充分利用，就必须提高传热效率，尽量减少各种热损失。

从前面所列的传热方程式可以看出提高传热效率的途径主要是：增加传热温差、传热面积、传热系数。

①增加传热温差。主要是掌握火焰的最高温度区，调好吊火距离（即炉篦与锅底距离）。火焰由内、中、外焰三部分组成，其中内焰为暗红色，温度最低；中焰为亮红色，温度最高；外焰为浅红色，温度次之。为增加锅底内外壁的

温差，首先应使火焰的最高温度区（即中焰、外焰部分）能尽量直接与锅底面相接触。为此炉篦与锅底的距离就要适当，如果过高则中焰与锅底接触面就小，如果过低则群众使用不便，燃料燃烧不完全。而且燃料品种不同，火焰长短不同，吊火距离也就不同。从目前经验看，农村省柴灶中，烧木柴灶，吊火距离可为100~120毫米，烧稻草灶吊火距离可为140~160毫米，城镇家庭用的烧木柴灶由于锅小、灶小、柴片细，吊火距离可以降为90~100毫米。蜂窝煤炉（特别二次进风炉），吊火从最上一块煤面至锅底应为40~45毫米，从炉口至锅底应为10~15毫米。集体食堂烧散煤的大灶，吊火一般为130~160毫米。烧烟煤大灶，吊火可较此略高。此外，还要采取措施提高灶腔温度，以增加温差。

②增加传热面积：蜂窝煤炉上部增加一道保温圈，将铝锅四周围住；省柴灶安放炉篦时向背烟囱方向偏离锅底中心30~40毫米；灶膛中设置拦火墙及回烟道等，都是为了加长灶中火焰及高温烟气流程，增加锅的传热面积。

③增大传热系数：传热系数包含因素很多，很复杂。但主要取决于传热壁两侧的放热系数和热源的辐射放热系数，特别是要采取措施，增加热阻最大一侧的放热系数，收效才最显著。因此首先要减少热阻，锅具最好用铝锅及铁锅。并要经常清除锅内水垢及锅底烟垢。1毫米厚的水垢，其热阻相当于40毫米钢板的热阻；1毫米厚的烟垢，其热阻相当于400毫米钢板的热阻。因此水垢、烟垢如不清除，对热效率影响极大。其次是增加火焰冲刷锅底速度，因为对流放热系数 α 是按流速的0.8次幂而增加的。流速越快，放热系数就越大。如有可能使流体产生涡旋流动，以增加流体的紊流程度，也将有效提高放热系数。为增加火焰流速，烟囱高