

二十一世纪

少年家园生活文库

方舟 主编

的学问

用

巧用炉灶

济南出版社



目 录

第一章 炉灶基础知识	(1)
第一节 炉灶发展简况和分类	(1)
第二节 炉灶通风的原理	(2)
第三节 炉灶燃烧的条件	(4)
第四节 燃料的主要成分及其对燃烧 的影响	(8)
第五节 传热的基本方式	(11)
第六节 热效率——衡量炉灶性能的 重要标志	(13)
第二章 集体炊事炉灶	(17)
第一节 圆形大蜂窝煤灶	(17)
第二节 齿形防尘灶	(21)
第三节 改良型双眼回风灶	(24)
第四节 马蹄形双板双眼防尘水箱灶	(26)
第五节 封闭式双板双眼回风灶	(28)
第六节 马蹄形铸铁件回风灶	(29)
第七节 816 型固定炉膛二次进风灶	(30)
第八节 127 型三次进风灶	(32)
第九节 马蹄形回风煤石灶	(33)
第十节 多眼回风煤渣灶	(35)
第十一节 马蹄形烧柴灶	(36)

第十二节	127 型稻糠锯末灶	(39)
第三章	烧成形煤炉	(41)
第一节	湖北省西陵牌 E 型煤炉	(41)
第二节	湖北省火山牌 80—1 型煤炉	(43)
第三节	湖北省荆江牌煤炉	(45)
第四节	湖南省津市 81—2 型煤炉	(47)
第五节	湖北省江陵陶质煤炉	(50)
第六节	河南省新乡陶质煤炉	(50)
第七节	河北省石家庄 79 型煤炉	(52)
第八节	湖南省长沙 280—5 型煤炉	(54)
第九节	陕西省西安 XML—1 型煤炉	(56)
第十节	河北省香河煤炉	(58)
第四章	烧柴草炉灶	(61)
第一节	NG—1 型组装式省柴灶	(61)
第二节	凉山船形回风省柴灶	(65)
第三节	横峰型省柴灶	(67)
第四节	缙云炉胆省柴灶	(69)
第五节	瑞昌 II 型省柴灶	(72)
第六节	郸城自拉风灶	(74)
第七节	甬道式回风省柴灶	(76)
第八节	LZ—1 型省柴灶	(78)
第九节	大丰省草灶	(80)
第十节	鹿邑三用水泥炉	(82)
第五章	太阳灶	(85)
第一节	ZNT 系列太阳灶	(85)

第二节	LZT 型太阳灶	(89)
第三节	LZ 型太阳灶	(93)
第四节	LZB 型太阳灶	(97)
第五节	LZX 箱式太阳灶	(100)
第六节	XEP—1 型玻璃钢太阳灶	(103)
第七节	ZNT—Ⅲ 型太阳灶	(105)
第八节	F775—B 型聚光太阳灶	(108)
第九节	GN 型太阳灶	(111)
第十节	LZQ—26 型纸浆水泥太阳灶	(114)
第六章	沼气	(117)
第一节	沼气的基本知识	(117)
第二节	修建沼气池的基本原则	(123)
第三节	沼气池的建造方法	(129)
第四节	沼气池的质量鉴定和维修	(132)
第五节	管道安装和灯炉具制造	(138)
第六节	使用沼气的安全注意事项	(145)
第七节	几种沼气池图例	(149)
第七章	炉灶热性能的测试	(152)
	“三个十”测试法	(152)

第一章 炉灶基础知识

第一节 炉灶发展简况的分类

我国劳动人民开始使用炉灶由来已久。随着陶器和铁器的发明,人们制作了陶罐和铁锅,也就出现了炉灶,用来做饭、烧水和取暖,并且很早就在节能上作文章。从河南淮阳县太昊陵出土的东汉期(距今 1800 多年)陶灶就是一例。此灶属于二连灶,在一个锅台上布有两个陶罐,属于余热利用的改良灶。后来又出现风箱灶,利用强制通风的道理,加速柴草的燃烧,这也是一种节能的措施。

炉灶的使用,在我国已有几千年的历史,大体经历了四个阶段:

一是原始灶。也就是三块石头顶口锅。至今野外作业和个别边远地区还能看到,这是灶的雏形。

二是旧灶。旧灶比原始灶前进了一大步。用砖、土坯或石头砌成一个框子,把锅坐在框子上,并在框子的一侧开一个洞作为添柴口,这就是常说的老灶。它具有两大(大灶门、大灶膛)、两无(无烟囱、无炉篦子)的特点,浪费燃料,到外烟熏火燎,有损人体健康。

三是改良灶。在老灶的基础上加上了炉篦子和通风道,

并在灶膛后边加了烟囱,使烟有出路。改良灶与老灶相比是前进了一步,但热效率仍较低,大致是 12% - 15% 左右。如早期的完县灶、大丰灶、荣城灶等都属改良灶。

四是省煤、省柴灶。这是在改良灶的基础上发展起来的。其共同特点是:结构比较合理,操作方便,省煤、省柴、省时间。

建国以来,党和政府对改革炉灶、节约能源十分重视,由群众自发的改灶,逐步发展成有组织、有领导的研制和推广,各地相继出现了一些省煤、省柴的灶型。对改灶节煤工作也很重视,多次组织推广先进灶型、并总结积累了丰富的改灶节煤经验。

炉灶大体可分为五种类型:散煤灶、形煤灶、柴草灶、沼气灶、太阳能灶。具体内容在后面章节中详细介绍。

第二节 炉灶通风的原理

自然通风的炉灶,燃烧时为什么会产生抽风的能力呢?这是因为炉灶中的燃料在燃烧时,产生 1000 多摄氏度高温的烟气,它的密度比周围环境的空气要小得多。炉膛内的气体压力和烟囱中热气柱的重量也比周围同等体积的空气重量轻。这个内外压力差,就使外界空气流入炉内。因为炉灶内的燃料连续不断地燃烧,也就不断地产生热烟气,不断向上流动,在煤炉口或烟囱内就产生了一股抽力。所以,炉灶的抽风能力,实际上就是由于炉内外两种气体密度不同而产生的。

从产生抽力的原因可以推论,密度差越大,抽风能力就越大。气体的密度与温度有关,温度越高密度越小,密度和温度

的关系可以用下列的公式计算：

$$\rho = \rho_0 \times \frac{273}{273 + t}$$

ρ 表示密度(千克每立方米), t 表示温度(摄氏度), ρ_0 是标准状态下的密度, 空气为 1.29 千克每立方米, 烟气约为 1.34 千克每立方米。假定环境温度为 30 摄氏度, 炉内烟气温度平均 800 摄氏度时, 则炉内外的密度分别为：

$$\begin{aligned}\rho_{\text{空}} &= 1.29 \times \frac{273}{303} \\ &= 1.16(\text{kg/m}^3)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{烟}} &= 1.34 \times \frac{273}{1073} \\ &= 0.341(\text{kg/m}^3)\end{aligned}$$

相差 3.4 倍。

由于抽力是炉内热烟气和周围空气在煤炉口或烟囱内形成的压力差造成的。这个压力差, 除与两种气体的密度有关外, 还与烟气所占的密闭高度有关, 这个高度称为有效抽风高度, 用 h 表示。抽力可用下列的公式计算：

$$P = h(\rho_{\text{空}} - \rho_{\text{烟}})g$$

当 h 单位为米, ρ 单位为千克每立方米时, P 的单位为帕斯卡(Pa)。在前面的例子中, 假定 $h = 0.3\text{m}$, 则 $P = 0.3 \times 0.819 \times 9.81 = 2.41(\text{Pa})$ 。这微弱的抽风能力, 在克服炉内阻力尚有富余时, 足以使空气源源不断地进入炉灶, 供给燃料燃烧所用的空气。但在生火时, 由于炉内温度低, 抽力就小。这时常需用人为的方法加强通风。例如煤球炉或蜂窝煤炉, 需用拔火筒来提高抽风有效高度, 以增加抽力。有的用扇子扇一扇, 也是增加通风的办法。

炉内外气体密度差和一定的抽风高度, 使炉灶具备了抽

风能力。有一定的抽风能力,还不一定能进入必需的供燃烧用的空气;进入空气的多少还和炉灶的阻力有关,在一定的抽风力下,阻力越大,进入的风力就越小。

空气和烟气在炉内向上流动时,要穿过炉篦、灰渣层、煤块间的缝隙、火圈等,再从上部流出。这每一部分都要产生流动阻力。当某一部分阻力增大时,流入的空气量就相应减少。因此,设计和修改炉灶时,应尽量减少各部分的阻力。例如炉门大小,炉口和锅底间的距离,炉篦面积要适当,烧散煤要加适量的水拌匀,块煤效果比散煤好,形煤的通风阻力要比块煤小得多,能得到比交大的燃烧强度,取得较高的燃烧效率,燃烧以后灰渣可燃成分较少,从而达到省煤的效果。

第三节 炉灶燃烧的条件

炉灶,只有具备了燃料、氧气、温度等几个基本条件才能燃烧。这些条件,缺一不可。

一、燃料

燃料是炉灶最主要的燃烧条件。一般民用炉灶的燃料主要有以下五种:

(一)无烟煤 是碳化程度最高的一种煤,比烟煤质地细密,密度大,有黑色亮光,含挥发分少,燃点高,不易着火,燃烧时不冒烟,火力强,燃烧时间较长,水分较低,一般在1%左右。无烟煤是适合生活用的燃料。

(二)烟煤 是由褐煤进一步碳化变成的,比褐煤密度大,质地细密。大多数烟煤是粘结性的,也有少数烟煤没有粘结性。烟煤比无烟煤含挥发分多,燃点低,容易着火,燃烧时冒烟,火焰大,发热量较高,水分也较大,风干后,水分一般在10%以下。烟煤品种复杂,用途也最广,可供人民生活需要,也是工业生产的主要燃料和原料。

(三)褐煤 有黑色和褐色两种。含水分60%左右,风干后降低到10%—30%左右。1千克褐煤完全燃烧后,能产生约16.7兆焦的热量。褐煤性质较脆,容易风化破碎,极易氧化发热,不易长期保管;挥发分高,燃点低,容易着火,燃烧时有浓烟。褐煤可作燃料,也可炼油。

(四)柴草 农村一般燃用的柴草比能在12.6—16.7兆焦每千克之间。有的木柴比能高达20.9兆焦每千克。实际上日常燃用的柴草往往达不到这个数值。因为柴草的比能与含水量有直接关系。含水量越高,则比能越低,反之则越高。如果烧含水量较高的柴草,势必有一部分热量直接消耗在水分蒸发上,而成为无用的热,导致柴草不能完全燃烧,产生大量黑烟。据实验得知,柴草的含水量从56%降至20%,则比能可以从7.33兆焦每千克提高到15.7兆焦每千克,热值提高将近1倍。所以,干燥柴草是节柴的有效措施之一。

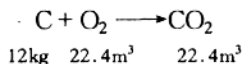
(五)沼气 沼气是各种有机物质在一定温度、湿度、酸度和隔绝空气的情况下,经过微生物发酵作用产生的一种可燃性气体。沼气的主要成分是甲烷,约占60%—70%,其次为二氧化碳和少量的硫化氢、氮、氢、一氧化碳,还有一些高级的碳氢化合物。1立方米沼气完全燃烧时,可以发出23—27.2兆焦的热量。沼气基本上是属于生物能的范畴,可以人工制

取,在自然界中,制取沼气的原料很多,人畜粪便、杂草、落叶、作物秸秆、垃圾等有机物和一些工农业生产中的废渣水(有机物浓度在2%以上)等都可作为沼气发酵的原料。沼气可用作燃料、照明和开动内燃机,还可作为化工原料。

二、氧气

燃烧一定量的燃料,需要一定的氧气,如果氧气不够,燃料燃烧就会不完全。

燃料中碳、氢、硫等可燃物质,完全燃烧需要的氧气量是不相同的,它的计算方法可依据化学反应式获得。以碳(C)的燃烧为例,计算每千克碳燃烧需要的氧气。碳的氧化反应式应为:



即 12 千克碳燃烧需要 1 千摩氧气,然后产生 1 千摩二氧化碳。如此,燃烧 1 千克碳需氧量为 $\frac{22.4}{12} = 1.87(\text{m}^3)$ 。由于按体积计算,空气中含氧百分数为 21%,故 1 千克碳的燃烧,理论需要的空气量是 $\frac{1.87}{0.21} = 8.9(\text{m}^3)$,1 立方米空气的质量为 1.29 千克,故 1 千克碳燃烧需要的理论空气质量为 $8.9 \times 1.29 = 11.5(\text{kg})$ 。每一种可燃物质都可以计算出每千克质量燃烧的理论需要空气量,再依据燃料组成成分,就可算出 1 千克燃料的理论需要空气量。

在实际灶内燃烧时,由于混合不均或不佳等原因,为了获得良好的燃烧效果,一般都是大于理论供给空气,也就是说实际供给空气量较大。究竟大多少,用空气过量系数 $a =$

$\frac{\text{实际供给量}}{\text{理论需要空气量}}$ 表示之。

要说明一点,不能采用加大空气过量系数的方法提高燃料的燃尽程度,因为虽然燃料的燃尽程度提高了,但多余的空气随着烟气是在较高温度条件下从煤炉口或烟囱中排出,排烟热损失会大大增加。所以,省煤、省柴灶,并不只是通过加强通风就一定取得省煤、省柴效果。应该改进炉灶结构,使空气过量系数在较小的情况下获得完全燃烧,才会获得省煤、省柴的较佳效果。

如何判断空气的供给量是否合适呢?用仪器测定烟气中一氧化碳和氧气的含量,就可判断空气供给是否合适。若空气供给不足或不良,则一氧化碳含量增加,氧的含量较少;当空气供给过多时,氧气的含量就将大大增加。

三、温度

有了燃料和氧气,没有必需的温度,还是不能燃烧的。温度的高低,直接影响化学反应的进行。它可分三种情况:

(一)温度较低时 此时化学反应速度较慢,燃烧速度取决于反应速度,氧气从远处扩散到碳粒表面消耗不大,此时远处氧气浓度和近处氧气浓度差别不大。在这种情况下,关键是提高反应温度,并不是缺氧,若盲目鼓风会适得其反。

(二)温度很高时 化学反应速度很快,燃烧速度就取决于氧气的扩散。此时碳粒表面的氧很容易烧掉,而得不到补充。所以近处氧气浓度接近于零,见图 1—1。在这种情况下,促进燃料的关键的关键是供给足够的空气,并促进空气的扩散。

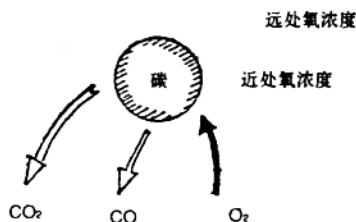


图 1—1 氧气的补充

(三)温度适中时 反应速度和氧气扩散速度都对燃烧产生影响,这是实际中常遇到的情况。所以,烧火的操作也是很重要的,什么时候需要提高温度,什么时候需要加强通风,操作时要灵活掌握。

第四节 燃料的主要成分及其对燃烧的影响

一、煤炭

煤炭的成分比较复杂。目前,工业上把煤的成分划分为四部分,即:碳、挥发分、水分及灰分。前两部分是可燃物质,能通过燃烧放出热量,后两部分是不能燃烧的物质。

(一)碳 是煤中的主要可燃物质。人们烧木柴后所得的木炭就是碳。它和空气中的氧结合后,即能燃烧而放出大量热量。1 千克碳完全燃烧时,能放出 32.9 兆焦的热量。煤含碳多少,是决定煤质好坏的重要因素。含碳高的煤,发热量较

高,也耐烧。

(二)挥发分 是指煤中所含的可燃气体。当煤加热温度超过 105 摄氏度时,挥发分就开始蒸馏出来,加热至 850 摄氏度时,挥发分就全部蒸馏出来了。挥发分能在较低温度下燃烧,燃烧时所放出的热量,能创造一个较高的温度条件,促使碳的燃烧,因此,含挥发分高的煤容易燃烧。烟煤含挥发分的比例较大,容易着火;无烟煤含挥发分的比例较小,不容易着火。

(三)水分 煤中所含水分,会使燃料的发热量相应降低。煤中的水分有两种情况:一种是表面水分,它是在煤开采及堆放过程中渗入的;另一种是包含在煤里的固有水分。煤在燃烧过程中,要将这些水分蒸发完才能燃烧,所以水分比例较大的煤,就不易着火,比较难烧,并且在烟气中含有大量水汽,带走热量,增加了热损失。

(四)灰分 灰分是不能燃烧的物质。它是在煤的形成、开采及运输等过程中混入的。含灰分多的煤,可燃物质相对减少,不容易燃烧。

二、柴草

柴草中的主要成分是碳、氢、硫、磷、钾、氮、水分、灰分等,由于柴草的品种、质量不尽相同,其各种成分的含量也不相同。

(一)碳 柴草中的碳,一部分是游离的碳氢化合物,在燃烧中以挥发物质析出燃烧,另一部分以碳的面貌出现,称为固定碳,在炉灰中不完全燃烧的碳,一般就是这部分碳。在柴草中,固定碳的含量较少,挥发分较多,因此容易点着而且容易

燃烬。

(二)氢 是重要的可燃物质,在柴草中的含量一般在5%左右,一般以碳氢化合物的形式存在于燃料中,受热时挥发析出。氢容易着火燃烧,柴草含氢越多(例如豆秸)就越易燃烧,每千克氢气燃烧能产生142兆焦的热量。

含氢较多的燃料燃烧时,易生产烟子(碳黑),因此,含氢量较高的固体燃料,往往产生带黑头的火焰。氢燃烧后变成水蒸汽,在灶膛中不会凝结成水,水蒸汽的汽化潜热没有放出来,因此,氢燃烧所放出的热量比上述数值要低,为120兆焦。气温较低时,烟囱冒的白烟大部分为水的凝结雾气,气温很低时,在烟囱口就会结霜,这些都是氢的燃烧产物。

(三)硫 硫也是可燃物质,每千克硫燃烧的发热量为9.12兆焦,硫燃烧后产生二氧化硫(SO_2)和一部分三氧化硫(SO_3),与烟气中水蒸汽起化合作用,产生亚硫酸(H_2SO_3)和硫酸(H_2SO_4)蒸气,对金属有强烈的腐蚀作用。含硫酸气体,对人和生物都是有害的,容易污染大气。所以硫在这里是一种有害物质。硫在柴草中的含量不大,一般在0.1% - 0.2%。

(四)磷和钾 它是生物质燃料中特有的成分,也是可燃物质。磷燃烧后产生五氧化二磷(P_2O_5),而钾燃烧后产生氧化钾(K_2O),它们就是草木灰中的磷肥和钾肥。在柴草中磷的含量不多,一般在0.2% - 3%;而钾的含量较大,一般在11% - 20%。

(五)氮 燃料中氮是有机废物,不能燃烧。它的存在只能使燃料中的可燃成分减少,而降低燃料的发热量。柴草中含氮量极少,一般在0.5% - 1.5%之间,故影响不大。

(六)水分 它是燃料中的杂质之一,含水量越多的柴草越不易燃烧。柴草中的水分可以分作内在的结合水和外部的自由水。内在的结合水,一般变化不大,而且有近似固定的数值,而自由水变化就较大,所以,柴草中水分含量可以由 5% 到 60%,变化较大。

(七)灰分 是燃料中不可燃物质,灰分多的柴草发热量也较低。例如稻草的灰分含量高达 13.9%,而豆秸则仅有 3.13%,故两者燃烧情况差别很大。灰分过多,易在烟道中沉积,影响通风,降低炉灶的抽力,影响燃烧。灰分排出还会污染环境。

三、沼气

沼气是一种混合气体,其中主要成分是甲烷,约占 60% - 70%,其次为二氧化碳(CO_2),约占 20%,还含有少量的硫化氢(H_2S)、氮(H_2)、氢(H_2)、一氧化碳(CO)和一些高级的碳氢化合物。甲烷是无色、无臭、无味的可燃性气体,其分子式是 CH_4 ,是由一个碳原子、四个氢原子所结合的化合物。1 立方米纯甲烷完全燃烧时,最高温度可达 1400 摄氏度,发出 35.8 - 39.8 兆焦的热量。人工发酵沼气,1 立方米的发热量一般为 23 - 27.2 兆焦。沼气是一种优质燃料,可以用来煮饭、照明,还可作动力燃料和化工原料。

第五节 传热的基本方式

燃料燃烧时将热量释放出来以后,热量通过多种形式传到周围物质上去。传热有三种基本方式,即:辐射传热、对流

传热和热传导。

一、辐射传热

即热量直接由热源射到物体上的传热方式。例如,太阳的热能直接射到人体上、地面上等。在炉灶里,锅就是直接受炉灶火焰及烟气的热辐射而得到热量的。在高温下(1000 摄氏度以上),辐射传热是最有效的方式,它与温度是四次方的关系。如温度由 1000 摄氏度上升到 1200 摄氏度,辐射热增加就不只 $1/5$ 倍,而是增加 1 倍左右。所以,炉灶温度的变化,对锅的吸热影响非常大。

二、对流传热

一种热的物质和一种冷的物质发生相对流动,并将热量由热的物体传到冷的物体上去,这种传热的方式,称为对流传热。例如锅内的水受热后,靠近锅底部分的水受热膨胀,密度变小而上升,上面的冷水就由四侧下降,填补上升热水原来的位置,这样就使全锅的水温升高,达到沸腾。

三、热传导

热量通过一个物体传到另一个物体上去,这种传热方式称热传导。例如火焰和烟气热量就是通过铁锅传到锅中的水里去的。有些物质传热本领大,例如金属,称为导热体;有些物质传热本领很差,象木头、砖等,称为绝热体。我们可以根据需要,在不同的地方选用不同的物质。例如锅要求导热性好,要用铁、铝等金属来做。炉灶的墙壁要求导热性差,要用砖来砌。

第六节 热效率——衡量炉灶性能的重要标志

衡量一个炉灶性能的好与差,很重要的一个标志就是看其热效率的高低。热效率越高,炉灶性能越好,反之则越差。因此,提高热效率,减少热损失,是炉灶达到省煤、省柴目的的重要技术环节。

一、炉灶的热效率

所谓热效率,就是指送入炉灶的热量有多少被有效利用了,或者说有效利用的热量占总送入热量的百分之几。若写作公式,以符号 η 表示热效率,则:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_2} \times 100\%$$

式中 Q_1 表示有效利用的热量, Q_2 表示送入的热量。

炉灶热效率的测试就是根据这个原理进行的。

提高炉灶的热效率,需要注意下列几点:

(1) 灶型设计合理,通风良好,上火速度快,燃料燃烧充分。

(2) 选择导热性能良好的锅具。

(3) 炉灶灶体的保温性能良好,选择导热性差的材料砌炉体,炉墙要有一定的厚度,必要时要添加保温材料。炉灶保温性能越好,燃料燃烧越充分,热效率就越高。

(4) 充分利用余热。例如搞水箱灶,二连灶等,都是利用