

J I E M E I L U Z A O

节煤 炉灶

彭景勋 彭伟文 彭胜文编著



72.26
56

农 村 读 物 出 版 社

节煤炉灶

彭景勋 彭伟文 彭胜文 编
(湖南省宁乡县农村能源办公室)

农村读物出版社

一九九〇年·北京

节 柴 炉 灶

彭景勋 彭伟文 彭胜文 编
(湖南省宁乡县农村能源办公室)
责任编辑 潘建光

农村读物出版社 出版
昌平北七家印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

•

787×1092毫米1/32 5印张 113千字
1990年12月第1版 1991年1月北京第1次印刷
印数：1—3500

ISBN 7-5048-1357-5/s·62 定价：2.40元

前 言

能源是发展工农业生产、实现四个现代化和提高人民生活水平的重要物质基础，是国民经济建设中的战略重点。解决能源问题的一个极为重要方面是节约能源。节能是国家当务之急。

煤炭是我国的第一能源。目前，我国绝大多数机关、厂矿、商店、部队、学校的集体食堂和80%左右的城乡家庭以及饮食行业的炊事、采暖用能都是靠烧煤炭，做好节煤炉灶的研制和推广工作，对节约生活用能，支援国家四化建设，满足人民生活需要，减少群众的日常开支，提高经济效益关系极大。为此，特编辑《节煤炉灶》一书，供煤炭供应单位、节煤炉灶制造厂的技术人员、城乡改灶建灶施工人员和从事能源节约工作的人员学习参考。广大城镇和农村居民也可参照书中炉灶的图纸尺寸砌灶改灶，掌握选购，使用节煤炉灶的科学知识，节约能源。

由于编者水平有限，成书仓促，必定有不同之处，错误难免，请读者批评指正。

编 者

1989年元月

目 录

前 言

第一节 煤炭的性质	1
一、煤炭的形成	1
二、煤的种类	2
1. 按炭化程度分类	2
2. 按实用分类	3
3. 按粒度大小分类	3
4. 按市场销售分类	3
三、煤的化学组成	6
1. 碳	6
2. 氢	6
3. 氧	7
4. 氮	7
5. 硫	7
6. 灰分	8
7. 水分	8
四、煤的工业分析值	8
1. 水分	9
2. 灰分	10
3. 挥发分	10
4. 固定碳	11
五、煤炭发热量的计算	13
1. 计算烟煤低发热值经验公式	13

2. 无烟煤·····	13
六、煤的燃烧过程及燃烧条件·····	15
七、煤的风化和自然·····	17
八、成型煤·····	18
1. 蜂窝煤·····	18
2. 煤球·····	22
第二节 传热与通风·····	24
一、导热及计算·····	24
二、对流及计算·····	27
三、热辐射及计算·····	28
四、炉灶的通风原理·····	31
1. 炉灶的抽力·····	31
2. 烟囱抽力的计算·····	33
3. 烟囱高度的计算·····	34
4. 烟囱截面积的计算·····	35
第三节 炉灶节煤的主要途径·····	37
一、炉灶的热平衡·····	37
二、炉灶的热效率·····	39
三、炉灶的各项热损失·····	39
1. 机械不完全燃烧热损失 q_1 ·····	39
2. 排烟热损失 q_2 ·····	40
3. 化学不完全燃烧热损失 q_3 ·····	41
4. 散热损失 q_4 ·····	42
5. 灰渣的物理热损失 q_5 ·····	43
四、炉灶节煤的基本原理·····	43
1. 炉灶结构与煤炭充分燃烧·····	43
2. 炉灶结构与热能利用·····	45
第四节 蜂窝煤炉灶·····	48

一、蜂窝煤炉灶的技术经济指标	48
二、革新煤炉的结构	49
1. 炉壳	50
2. 一次进风道	50
3. 炉口	53
4. 二次风	55
5. 气体燃烧室	56
三、蜂窝煤灶的砌筑技术	57
第五节 散煤炉灶	62
一、散煤炉灶的种类	62
二、散煤灶的结构	63
1. 灶体	64
2. 吸风洞	64
3. 灶门	65
4. 炉排和吊火	65
5. 灶膛	66
6. 马蹄型挡火墙	67
7. 迂回烟道	67
8. 灶膛保温	67
9. 出烟口和排烟道	68
10. 烟囱	68
第六节 炉灶实例	69
一、芙蓉牌多功能高效节煤炉	69
二、81-2 型节煤炉	72
三、82-3 型节煤灶	74
四、JSF-2 型上点火蜂窝煤炉	76
五、大型蜂窝煤灶	78
六、饮食业用大型蜂窝煤灶	82

七、三省回风灶	84
八、宁乡Ⅰ型多功能节煤灶	89
九、宁乡Ⅱ型多功能节煤灶	92
十、马蹄型锅周烟道灶	94
十一、新郑高效节煤灶	97
十二、民用细腰灶	99
十三、肥城新型煤矸石炉	102
第七节 使用与节能	104
一、蜂窝煤炉灶的操作技术	104
二、散煤炉灶的烧火方法	108
三、煤球、煤坯的烧火方法	113
四、用火操作方法	114
五、煤气中毒的原因与抢救	116
附 录 一、民用蜂窝煤炉标准	118
二、家庭用煤及炉具试验方法	122
主要参考文献	156

第一节

煤炭的性质

煤炭是我国城镇和农村居民家庭以及机关、厂矿、商店、学校食堂的主要生活燃料，每年消耗的数量很大，约占全国煤炭产量的1/4。近年来，各地在节约民用煤的方面做了大量工作，积累了许多好的经验。为了更有效地使用能源，提高生活用煤的效率，达到节约能源、改善环境、方便群众生活的目的，迅速推广节约生活用煤的经验，并向高水平发展；搞好炉灶的改进和设计势在必行，为此必须掌握煤的物理、化学特性，了解煤在炉灶内的燃烧过程以及使用的基本知识。

一、煤炭的形成

煤炭是由古代地球上生长繁茂的植物变成的。由于时间不同，成煤的种类也不同。如烟煤和无烟煤大约是在3亿到2500万年前开始形成的。泥煤、褐煤等大约在100万年前开始形成。在太古代主要有羊齿类和木贼类等低等植物成煤；在新生代则主要是针叶林和阔叶林等高等植物。这些繁茂的植物在地壳变迁后沉陷在深地层中，在高温、高压及复杂的地质条件下，以某种微生物为媒介，经变质和炭化作用，成为

煤炭。

二、煤 的 种 类

为了合理地使用煤炭，必须对各种不同品质的煤进行分类。煤的分类方法主要有按炭化程度分类、按实用分类、按粒度大小分类、按市场销售分类等。

1. 按炭化程度分类 根据生成年代，也就是按炭化程度的不同，煤可以分成泥煤、褐煤、烟煤和无烟煤四种：

(1) 泥煤 泥煤是最年轻的煤，它是由植物刚刚变来的。泥煤炭化程度最低，质软呈海绵状或块状，暗褐色或黑色，没有光泽，破面粗糙不均。比重为1—1.04，含天然水分高达40%以上，需进行露天干燥，干燥后像木柴一样容易点火，发热量极低，每千克约为8368—12552千焦。这种煤最好做肥料，或供农村作为生活燃料（使用风箱灶的家庭）。

(2) 褐煤 褐煤是泥煤经过进一步变化后生成的。由于褐煤能将热碱水染成褐色因而得名。褐煤分黑色和深褐色两种。炭化程度仅高于泥煤，没有光泽，质脆易破碎。比重为1.1—1.4，含水分也较多，在大气中宜风化，故不易长时期储存。燃烧时火焰较长，火力较弱，冒出很多浓烟，发热量一般为12552—16736千焦/千克。

(3) 烟煤 烟煤是一种炭化程度较高的煤。与褐煤相比，它的挥发分较少，密度较大，吸水性较小，含碳量增加，氢和氧的含量减少。烟煤呈黑色，表面有金属光泽，比重为1.2—1.5。容易着火，燃烧时火焰较长，并冒大量黑烟。燃烧后的灰熔化成灰渣，可制成冶炼钢铁的焦炭。燃烧时的发热量一般为20920—29288千焦/千克。因为这种煤容易着火，而且火焰长，最适宜作锅炉用煤。

(4) 无烟煤 无烟煤又叫硬煤或白煤。这种煤的炭化程度最高，炭化年代最长，含固定碳70%左右，挥发分含量很少，一般为5—10%，水分和硫分含量也很少。无烟煤呈深黑色或灰黑色，断面有金

属光泽，质坚硬，不易碎。比重为1.4—1.8。燃烧时的发热量很高，一般为27196—33472千焦/千克。着火点较高，燃烧缓慢，燃烧时间较长，无烟，有蓝色火焰，火焰很短，结焦性极小，存放时不易风化。这种煤适宜作家庭炊事、采暖用，是生活用煤中最常用的品种。

城乡生活用煤，不可能用专门的仪器设备去进行煤的有关指标的测定，往往只能凭外观来判断煤的种类和性状，腐植煤的外表特征如表1所示。

2. 按实用分类 根据国家科委推荐的《中国煤炭分类方案》，我国的煤炭按实际应用分为十大类，现将其主要内容摘要列于表2。

一般将瘦煤、焦煤、肥煤、气煤、微粘结煤、不粘结煤、长焰煤统称为烟煤；贫煤称为半无烟煤；挥发份大于40%的称为褐煤。

无烟煤可用于制造煤气或直接作民用生活燃料；烟煤用于炼焦、配煤，动力锅炉和气化工业燃煤；褐煤一般用于气化，液化工业，动力锅炉燃煤等。

3. 按粒度大小分类 煤炭由煤矿运出时按粒度分为大、中、小、末及混煤等种类，其分法见表3。

煤炭出坑之后，一般经过筛选、洗煤，按粒度分类供应用户。

原煤是未经选煤，保持采煤原样的煤。

4. 按市场销售分类 商业部门供应的市场用煤，通常按照煤种性能和具体用途，分为烟煤（包括褐煤）、无烟煤、焦炭和成型煤四大类。

表 1

腐植煤的外表特征

煤种 特征	泥 煤	褐 煤	烟 煤					无 烟 煤
			长焰煤	气 煤	肥 煤	焦 煤	瘦 煤	
颜 色	浅褐色与棕褐色为主	棕褐色、深褐色或黑褐色	黑色 带褐色	黑 色	深黑色	深黑色	灰黑色	灰黑色，带有青古铜色、钢灰色
粉 色		浅棕色，深棕色	深褐色	棕 黑色	黑 色 带棕色	黑 色 带棕色	黑色	灰黑色
光 泽	无光泽	无光泽或暗淡的沥青光泽	沥青光泽	强沥青光泽，弱玻璃光泽	强玻璃光泽	玻璃光泽	强玻璃光泽	似金属光泽
断 口 状	无定形	针状或纤维状	土状	锯齿状	参 差 状			小贝壳状
硬 度	很 低	低	较 硬					很 硬
外部条带	有植物残骸	不 明 显	呈 条 带 状					无明显条带

续表

煤种 特征	泥煤	褐煤	烟					无烟煤
			长焰煤	气煤	肥煤	焦煤	瘦煤	
比重	1.0—1.04	1.1—1.4	1.2—1.5					1.4—1.8
水分	很多	较多	少					很少
燃烧时 现象	有烟	有烟	多					无烟

表 2 煤 炭 分 类 表

类 别	无烟煤	贫煤	瘦煤	焦煤	肥煤	气煤	弱粘煤	不粘煤	长焰煤	褐煤
挥发份	0—10	>10—20	>14—20	14—30	26—27	>30	>20—37	>20—37	>37	>40
胶质层 厚度 (毫米)	—	0(粉状)	0(成块)—8 >8—12	12—25	25—30	5—25	0(成块)—8 0(成块)—9	0(粉状)	0—5	—

表 3

煤炭粒度分类表

分 类	特大块	大块	中块	小块	末煤	混煤
粒 度 (毫米)	>100	50—100	25—50	13—25	0—13	0—50 0—100

三、煤的化学组成

各种煤都是由某些结构极其复杂的有机化合物组成的。有关这些化合物的分子结构至今还不十分清楚。根据元素分析值，煤的主要可燃元素是碳，其次是氢，并含有少量的氧、氮和硫，它们与碳和氢一起构成可燃化合物，称为煤的可燃质。除此之外，在煤中还或多或少地含有一些不可燃的矿物质灰分（*A*）和水分（*W*），称为煤的惰性质。一般情况下，主要是根据煤中C、H、O、N、S诸元素的分析值及水分和灰分的百分含量来了解该种煤的化学组成。现将各组分的主要特性说明如下：

1. 碳 碳（C）是煤的主要可燃元素，它在燃烧时放出大量的热。1千克碳完全燃烧时，放出33792千焦的热量。煤的碳化程度越高，含碳量就越大。各种煤的可燃质中含碳量：泥煤在70%以下，褐煤70—78%，非粘结性煤78—80%，弱粘结性煤80—83%，粘结煤83—85%，强粘结煤85—90%，无烟煤在90%以上。

2. 氢 氢（H）也是煤的主要可燃元素，它的发热量约为碳的三倍半，但它的含量比碳小得多。煤的含氢量与炭

化程度的关系是：当煤的炭化程度加深时，随着含碳增加，氢的含量是逐渐增加的，并且在含碳量为85%达到最大值。以后在接近无烟煤时，氢的含量又随着炭化程度的提高而不断减少。氢在煤中有两种存在形式：一种是和碳、硫结合在一起的氢，叫做可燃氢，它可以进行燃烧反应和放出热量，所以也叫有效氢；另一种是和氧结合在一起，叫做化合氢，它已不能进行燃烧反应。在计算煤的发热量和理论空气需要量时，氢的含量应以有效氢为准。

3. 氧 氧(O)是煤中的一种有害物质，因为它和碳、氢等可燃元素构成氧化物而使它们失去了进行燃烧的可能性。氧在煤中的含量很少，仅占1.6—13%。

4. 氮 氮(N)在一般情况下不能参加燃烧反应，是燃料中的惰性元素。但在高温条件下，氮和氧形成 NO_x ，这是一种对大气有严重污染的有害气体。煤中含氮量为0.3—2%。

5. 硫 硫(S)在煤中的含量不多，一般煤含硫0.5—6%。硫在煤中有三种存在形态：

① 有机硫($S_{机}$)，它与燃料中的碳、氢、氧等元素结合成复杂的化合物，均匀地分布在煤中。

② 黄铁矿硫(S_{Fe})，以金属硫化物形态存在于燃料中，如 FeS 等。

③ 硫酸盐硫($S_{盐}$)，以各种硫酸盐的形式(主要是 CaSO_4 、 MgSO_4 、 FeSO_4)存在于煤的矿物杂质中。

上述三种硫分，只有①、②种可以挥发并参加燃烧，统称可燃硫或挥发硫。由于我国煤的硫酸盐含量很少，一般可用全硫来代表可燃硫。

硫是煤中最有害的杂质。虽绝大部分硫在燃烧时能放出

一些热量，但生成物为二氧化硫(SO_2)和三氧化硫(SO_3)。这些气体与水蒸汽化合成亚硫酸和硫酸蒸汽，在露点以下，它们就会冷凝而产生腐蚀作用；如果以 SO_2 气体的形态排到大气中，还会污染环境。在民用煤中，一般用石灰进行脱硫，可脱硫30—50%。

6. 灰分 所谓灰分(A)，指的是煤中所含的矿物质（主要是碳酸盐、粘土矿物质，以及微量稀土元素等）在燃烧过程中经高温分解和氧化作用后生成一些固体残留物，大致成分是：硅酸盐(SiO_2) 40—60%、氧化铝(Al_2O_3) 15—35%、氧化铁(Fe_2O_3) 5—25%、氧化钙(CaO) 1—15%、氧化镁(MgO) 0.5—8%、氧化钾($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 1—4%。灰分是煤中的有害成分，不仅降低煤的发热量，而且容易造成不完全燃烧。

7. 水分 水分(W)也是燃料中的有害组分，它不仅降低了燃料的可燃质，而且在燃烧时还要消耗热量使其蒸发和将蒸发的水蒸汽加热。

四、煤的工业分析值

煤的工业分析是将一定重量的煤加热到 110°C ，使其水分蒸发，测出水分的含量，再在隔绝空气的条件下加热到 850°C ，测出挥发分的含量，然后通以空气使固定碳全部燃烧，测出灰分和固定碳的含量。

工业分析的内容有水分、灰分、挥发分和固定碳等四个项目。这四项总和应为百分之百。

即：

$$W^t + A^t + V^t + C^t = 100\%$$

式中 W' ——分析基全水分

A' ——分析基灰分

V' ——分析基挥发分

C' ——分析基固定碳

所以只要知道全水分、灰分和挥发分的和，即可用差减法计算出固定碳的百分比。通过测试分析，可以大体上了解各种煤的性质和特点，并可确定它的使用价值。

1. 水分 煤中含有三种水分，即外在水分、内在水分和化合水分，通称“全水分”或称“应用煤水分”。外在水分存在于煤的表面，它是在采煤、运输、保管过程中，附着于煤粒表面的外来水分，如地下水、雨水等。一般末煤的外在水分要比块煤多。这种水分在空气干燥时易挥发，失去外在水分的煤叫做风干煤。

内在水分又叫湿存水分，它是煤粒内部吸附的水分。内在水分的含量和煤的组织结构有关，煤的结构越紧密，所含的内在水分越少；结构越松，所含的内在水分越多。内在水分不易消失，它的蒸发需要较高的温度，一般在50℃时内在水分开始蒸发，到105℃时才能蒸发完。

化合水分是煤中矿物质的结晶水，含量很少，不易测定。通常在200℃时开始蒸发，500℃时蒸发完。在工业分析中，一般不化验化合水。

各种煤的内在水分含量大致是：泥煤30—40%，褐煤10—30%，变质程度低的烟煤（焦煤、肥煤）1—2.5%，无烟煤2%以下。

煤中含水，对煤的质量是有影响的。燃烧时，煤中的水分蒸发要吸收一部分热量降低了煤的有效热能。要使煤中一千克水分蒸发，大约需要2510千焦的热量。另一方面，