

第一章 燃 料

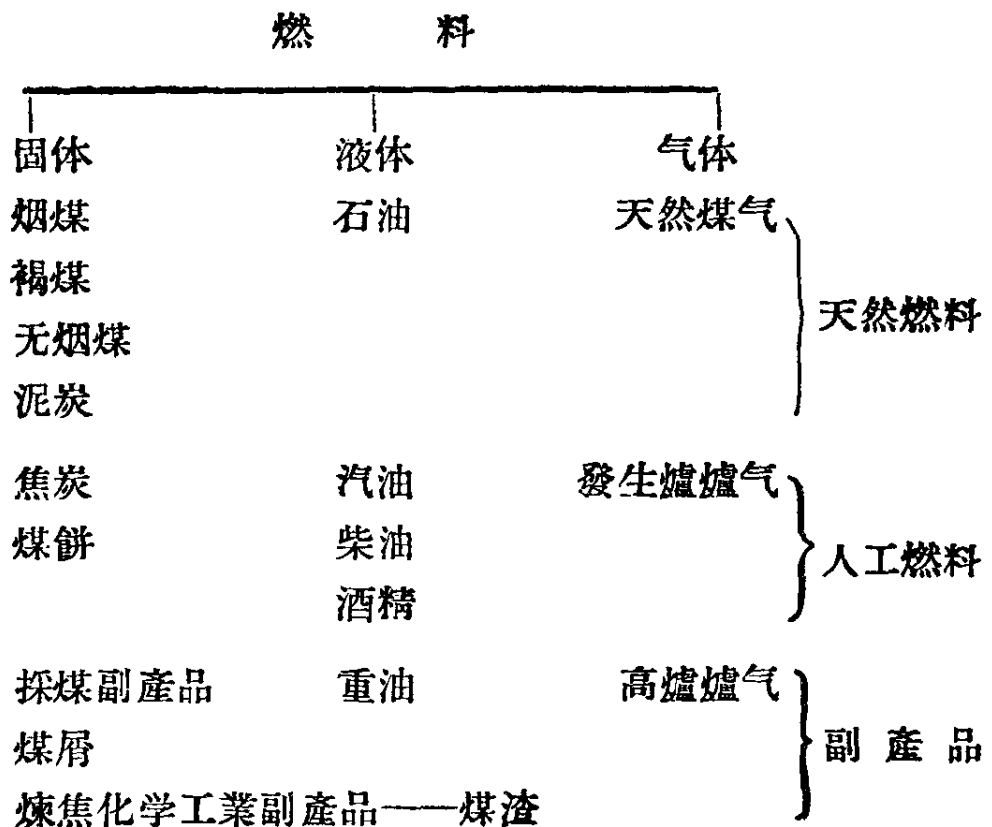
§ 1. 燃料及其分類

燃料是燃燒時放出熱能並在經濟上宜於在爐內燃燒以得到熱的物質，它主要是由植物所形成。

所有的燃料都是有機物。它在高溫下可以與氧反應而放出熱能。

供燃燒用的可以有天然燃料或人工燃料。人工燃料是天然燃料經加工後的產品。加工的目的是使某些寶貴的產物從燃料中分離出來，例如油脂、汽油、礦物潤滑油、顏料、藥品等。

茲將各種天然燃料和人工燃料大致分類列表如下：



§ 2. 動力燃料、本地燃料

發電廠中用于生產電能的燃料一般都是多水多灰和發熱值不高的燃料，例如褐煤、泥煤、高爐爐氣，以及選煤、化學工業及煉焦工業的副產品（煤渣、焦屑等）。

所有這些燃料都稱為動力燃料。褐煤、油頁岩及泥煤一般在經濟上不適宜於遠距離運輸，火力發電站就建設在這些燃料的產區，所以這些燃料稱為本地燃料。

動力燃料的水份常達40~60%（按重量計），其灰份達30~60%，而發熱值很低，僅 1500~2300 $\frac{\text{大卡}}{\text{公斤}}$ 。

重油是石油加工後的副產品。在發電廠中它主要作為輔助燃料，供點火、穩定燃燒等之用。

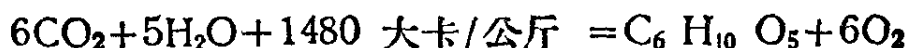
為便於運輸及提高燃燒經濟性起見，各種燃料的屑末有時在專門的工廠中製成煤餅。

§ 3. 煤的生成

煤是樹木、水藻長時期在高溫、高壓及地下水等作用之下，經過複雜的化學和細菌作用而形成的。

地球上的燃料是太陽能的貯藏倉。我們知道，植物的葉綠素能從空氣中吸取二氧化碳及水蒸汽並且在太陽能的作用之下組成纖維。

這個反應大致按下列化學方程式進行：

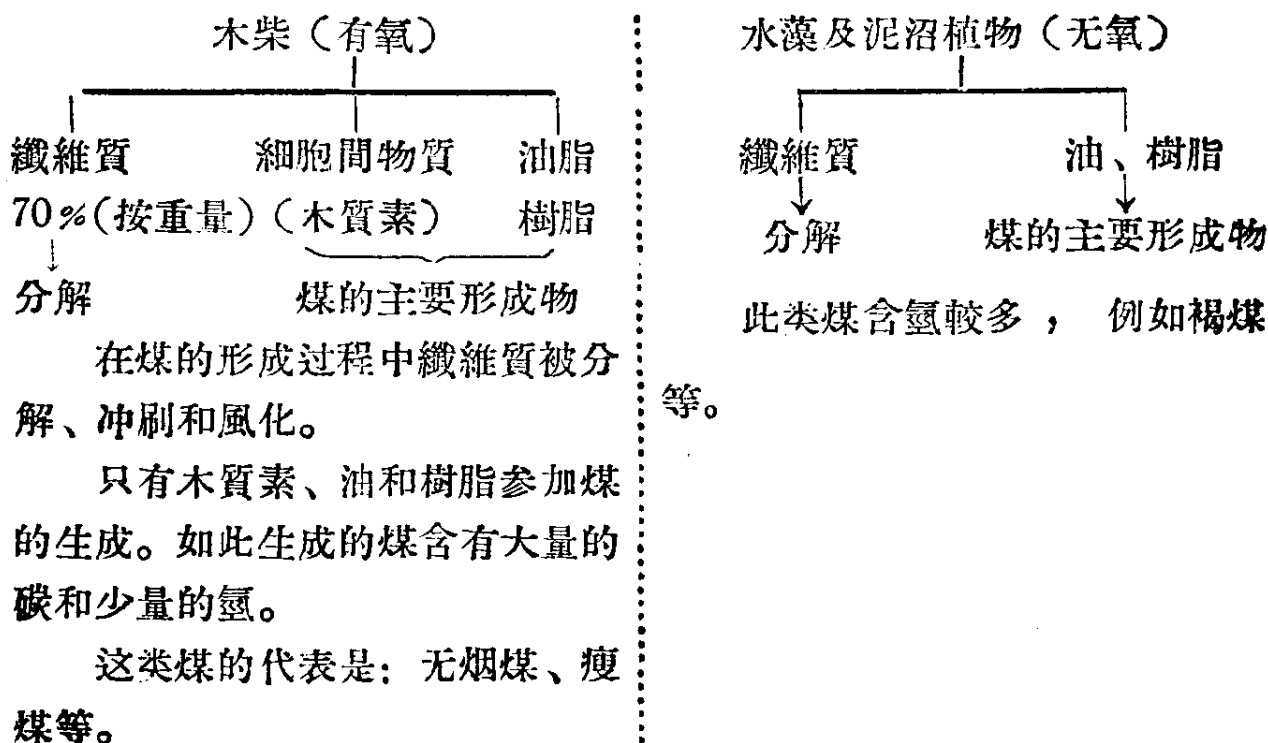


為此每公斤纖維所貯蓄的能量約為 4180 大卡/公斤。組成纖維的炭（C）、氫（H）、氧（O）也就是各種燃料的基本成份。

煤可分為兩大類：

腐植土煤——母體是地面上的高級多細胞植物；藻煤——母體是死亡的藻類植物。除這二種純煤（腐植土煤與藻煤）外，還可能遇到混合生成的煤，其中以一種母體為主。

煤的生成是在地壳中有氧的情况下进行，或是在无氧的情况下进行。下面以简图表示参加煤的生成过程各元素的情况：



§ 4. 燃料的化學成份

燃料由下列元素組成：

- a) 炭—C
 - 氢—H₂
 - 氧—O₂
 - 氮—N₂
 - 硫—S
- } 纖維質在生存和生長过程中的產物。

b) 礦物質——S、Cu、Na、P、Fe、Al 等——(A)

B) 水——W

所有各种燃料中可燃質是：碳、氢、硫。

燃料中只有一部份硫（即 S_{op} 和 S_k）是可燃質。为了实际需要及理論研究方便起見，引用燃料的各种質的概念。例如：

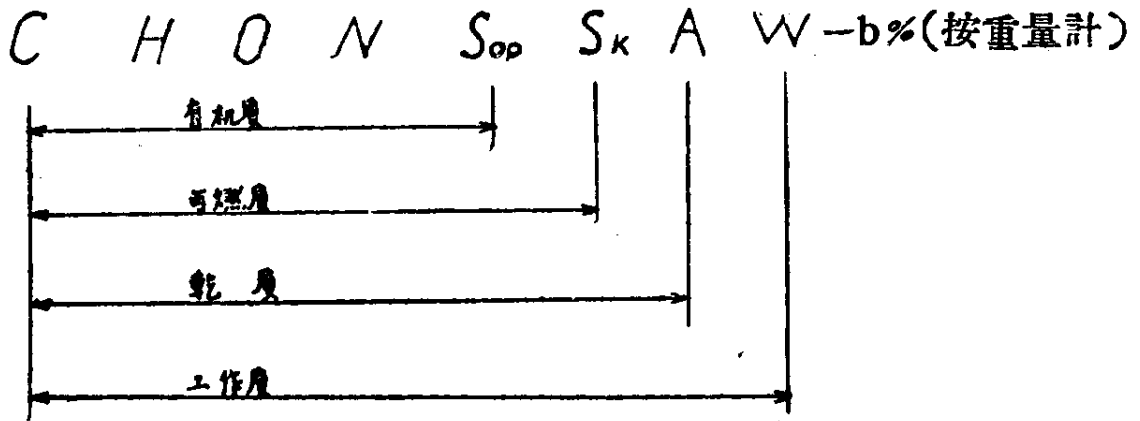


圖 5

燃料的成份以重量百分比表示，在鍋爐技術中討論燃料的有机質、可燃質、干燥質及工作質。

有机質能在相当大的程度上表示燃料的屬性。例如：木柴、重油、烟煤、油頁岩、气体燃料。

燃料的有机質是无水、无灰、无黄鉄礦硫的可燃質。

可燃質能充份表出燃料的种类。例如：按可燃質可以区别：褐煤，烟煤及无烟煤，引用燃料的干燥質的目的是为了確定其所含礦物雜質——灰的数量。

燃料的工作質是進入鍋爐車間在爐中燃燒的实际燃料。

在引用燃料的各質时是有些假定性的，例如，在可燃質中包括氧和氮等元素，它們不能燃燒也不能放出热。

实际上，氧和氮是燃料的内部雜質。

燃料中各种成份之和等于 100%，对于各种質可寫出下列方程式：

$$C^o + H^o + N^o + O^o + S^o_{op} = 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$C^r + H^r + N^r + O^r + S^r_{op} + S^r_k = 100\% \dots\dots\dots (2)$$

$$C^c + H^c + N^c + O^c + S^c_{op} + S^c_k + A^c = 100\% \dots\dots\dots (3)$$

$$C^p + H^p + N^p + O^p + S^p_{op} + S^p_k + A^p + W^p = 100\% \dots\dots\dots (4)$$

为表示各質的燃料成份起見，採用下列符号：工作質的元素表示为 $C^p, H^p, \dots\dots$ ，可燃質元素表示为 $C^r, H^r, O^r, \dots\dots$ ，余以此类推。一定產地一定种类燃料的可燃質是不變的。在進行鍋爐計算时必

須將燃料成份由可燃質換算為工作質，或者由某一種質換算到另一種質。

下表列有換算係數：

已知燃料質	需求燃料質		
	工作質	干燥質	可燃質
工作質	1	$\frac{100}{100 - W^p}$	$\frac{100}{100 - (W^p + A^p)}$
干燥質	$\frac{100 - W^p}{100}$	1	$\frac{100}{100 - A^c}$
可燃質	$\frac{100 - (W^p + A^p)}{100}$	$\frac{100 - A^c}{100}$	1

例如由公式 (4) 及 (2) 可得

$$C^p + H^p + N^p + O^p + S^p_{op} + S^p_k = 100 - (W^p + A^p) \dots\dots\dots (6)$$

$$C^r + H^r + N^r + O^r + S^r_{op} + S^r = 100 \dots\dots\dots (B)$$

由公式 (6) 及 (B)

$$\frac{C^r}{C^p} = \frac{100}{100 - (A^p + W^p)}; \text{ 或 } \frac{H^r}{H^p} = \frac{100}{100 - (A^p + W^p)}$$

$$\text{故 } C^p = C^r \frac{100 - (H^p + W^p)}{100} \% \dots\dots\dots (5)$$

採用符號

$$K = \frac{100 - (H^p + W^p)}{100} \dots\dots\dots (6)$$

則可得到各元素的普遍換算公式：

$$X^p = K X^r \% \dots\dots\dots (7)$$

在研究燃料的成份及其含量時首先應確定燃料的元素成份是以何種質來表示的。

當可燃質換算為工作質時，在 100% 中又加入 W^p 及 A^p ，故工

作質中 C、H 等的含量將較小于可燃質。反之亦然。实际上如以莫斯科近部礦区的褐煤为例，則可得下列数值：

以工作質表示 (如 $W^p = 33\%$) —— $C^p = 26.8\%$

以可燃質表示 —— $C^r = 67\%$

有时必須求出燃料水份改變后的工作質。例如：我們已知水份为 W_1^p 时的燃料成份，試求水份为 W_2^p 时的新工作質的成份。

应用公式 (4) 可寫成

$$C_1^p + H_1^p + O_1^p + N_1 + S_{op1}^p + S_{k1}^p + A_1^p = 100 - W_1^p$$

$$C_2^p + H_2^p + O_2^p + N_2^p + S_{op2}^p + S_{k2}^p + A_2^p = 100 - W_2^p$$

由以上二方程式可解出所求的燃料成份，

因
$$\frac{C_1^p}{C_2^p} = \frac{100 - W_1^p}{100 - W_2^p},$$

故
$$C_2^p = C_1^p \frac{100 - W_2^p}{100 - W_1^p},$$

或
$$C_2^p = K_1 C_1^p \%, \dots\dots\dots (8)$$

式中
$$K_1 = \frac{100 - W_2^p}{100 - W_1^p} \circ$$

如果燃料的混合物由兩種燃料組成，而其成份各为 $C_1^p, H_1^p, \dots\dots$ 和 $C_2^p, H_2^p, \dots\dots$ ，其重量各为 B_1 和 B_2 ，則計算可按混合燃料的假想元素成分進行，混合物中各种燃料的重量比是：

$$b_1 = \frac{B_1}{B_1 + B_2}; \quad b_2 = \frac{B_2}{B_1 + B_2}; \quad b_1 + b_2 = 1,$$

故二种固体燃料混合物的成份可按下式求出：

$$C_{cw}^p = C_1^p \cdot b_1 + C_2^p \cdot b_2 \%,$$

$$H_{cw}^p = H_1^p \cdot b_1 + H_2^p \cdot b_2 \circ$$

在热力工程中有时应用燃料的引用成份，例如引用水份，引用灰份等。

如以 $W^p, A^p \%$ ……表示燃料的工作成份，而以 $W^n, A^n \%$ ……表示引用成份，

則
$$W^n = 1000 \frac{W^p}{Q_{H^p}} \% ; A^n = 1000 \frac{A^p}{Q_{H^p}} \%$$

那就是說，引用水份(或灰)等于每 1000 大卡發热值的工作水份。

例如：若 $W^p = 30\%$ ， $Q_{H^p} = 3000 \frac{\text{大卡}}{\text{公斤}}$ ；

則
$$W^n = 1000 \frac{30}{3000} \% = 10\%$$

§ 5. 燃料的組成元素

簡單介紹一下燃料的各种組成元素：

炭——C

燃料中的炭是各种燃料的主要可燃質。当燃料的年齡增加时其他組成元素如 O_2 ， H_2 ， N_2 ……被風化，故燃料中炭的百分比含量相对增加。

炭是难燃燒的元素。純粹的炭不燃燒（这是它的物理性質）。燃料的年齡愈老，則它在爐中着火和燃燒愈难。

炭在燃料中是以和其他元素結成复雜化合物的形式存在的。

燃料燃燒时炭被氧化並放出热。一公斤炭完全燃燒时放出 7854 大卡/公斤热。

由下表可以清楚地看出燃料中炭的含量是随其年令而增長的：

无烟煤	$C^r = 92.5\%$	(a)
重油	$C^r = 87.8\%$		
莫斯科近郊煤	$C^r = 67.0\%$	(b)
泥煤	$C^r = 57.8\%$	(B)
比較：	(a)，(b)，(B)。		

氫——H

氫是燃料中有利的元素。它放出的热較炭多得多。在燃料燃燒时它被氧化並轉化为水蒸汽。

氫的含量愈多，燃料愈易着火，燃燒愈好。随着燃料年令的增長氫的含量逐漸減少。

燃料中的氫一部分处于氧化状态，一部份处于与其它元素結合成复雜化合物的状态。

	H ^r
泥煤	6%
莫斯科近郊煤	5.0%
无烟煤	1.8%

含有大量氫的燃料在貯藏时易于風化，即失去部分可燃元素，其中首先是氫。

氧和氮——O₂、N₂

氧和氮是燃料的内雜質，因为它是有机質的一部分，所以这些原素的存在使燃料成份中能够在燃燒时發热的可燃元素減少。

燃料中一定同时含有这二种元素，因为自然界中这两种气体是到处互相伴随着的。

随着燃料年令的增長这二种元素部分風化，其含量減少（見表）。

燃料中的氧在某种程度上使其他可燃元素氧化，因此使燃料的價值降低。

由于具有巨大的化学親和力，燃料中有一部份首先被氧化。

	O ^r %	N ^r %
木柴	12.3	0.6
泥煤	33.4	2.5
莫斯科近郊煤	19.4	0.9
无烟煤	2.5	1.0

燃料中的含氮量不多，以工作質計，它在 0.5 到 1.5% 之間（平均 1%）。

氧的含量變化較大，O^p ≈ 1.6~13%。

氢在完全燃烧时，放出 28900 大卡/公斤热（燃烧产物成水蒸汽状态），或 34180 大卡/公斤（水蒸汽凝結为水）。

硫——S

燃料中硫是不宜有的元素。它在燃烧时放出少量的热，它的燃烧产物是 SO_2 和 SO_3 的气体。有水蒸汽存在时，在烟气的高温作用下将起化学反应并生成硫酸或亚硫酸的蒸汽（ H_2SO_4 、 H_2SO_3 ）。这些汽体能腐蚀省煤器和空气预热器的受热面，摧残周围的植物并毒害人的器官。

燃料中的硫可分为三种状态：

1. 有机硫—— S_{op} ，它和燃料的主要组成元素（C, H, O）结合成复杂的化合物，并且均匀分布于燃料中。

2. 黄铁矿硫—— S_k ，它和铁、铜相结合以黄铁矿—— Fe S_2 （或 CuS ）状态存在。它以个别的微粒状分布于燃料中，其比重较大。

有机硫和黄铁矿硫可以燃烧，二者总称为挥发硫（可燃硫）。

$$S_{\pi} = (S_{op} + S_k) \%$$

3. 硫酸盐硫—— S_s ，它不能燃烧，以高级氧化物状态存在（ CaSO_4 ， Na_2SO_4 等），不能再进一步氧化，故属于燃料灰份的一部分。

在动力燃料中一般含有大量硫，例如：

燃 料	$S_{op}^p + S_k^p \%$
莫斯科近郊褐煤	2.21%
多硫重油	4.2%
基才罗夫斯基煤	5.5%

木柴是无硫燃料，泥煤中硫的含量极少（ $C \sim 0.1\%$ ）。

灰——A

燃料中的矿物质部分称为灰。灰是在煤的形成时期、开采时期、运

輸時期進入燃料的。它可分為：

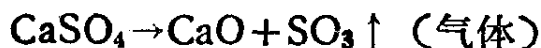
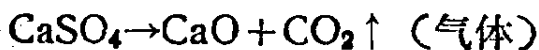
1. 一次灰（內在的），這種灰是形成煤的植物中的礦物質部分。它在燃料中均勻分佈。這種灰的含量很少超過 0.5~0.6%（如按木柴的工作質表示）。
2. 二次灰（外來的），這種灰是煤的形成時期中被水和空氣帶來的礦物質和雜質。它相當均勻地分佈於燃料中。
3. 三次灰（外來的），這種灰是礦石、沙、泥等雜質。它在開採、貯藏和運輸時進入燃料。它不均勻地分佈在燃料中，可以在某種程度上從燃料中加以清除。燃料礦物質部分的成份和數量在燃燒前和燃燒後是不相等的。有時灰的重量較礦物質重而有時則大大減少（例如油頁岩）。

在燃燒過程中，燃料中的礦物質可能進行下列變化：

1. 失去結晶水：



2. 碳酸鹽、酸鹽分解：



3. 氧化鐵變為三氧化二鐵：



燃料中的灰是不希望有的成份，它增加燃料的重量，因而使燃料的運輸費用提高。

它要求煤粉製備機器具有更大的功率。灰在燃燒時熔化，弄髒受熱面，使煙氣的冷卻惡化，鍋爐的排煙溫度提高，排煙的熱損失增加。

因為在鍋爐中煙氣的速度約為 10~15 公尺/秒，所以灰能磨損受熱面。

灰使燃料難於燃燒，有時使操作複雜化。鍋爐設備中用專門的除塵裝置除灰，這使設備複雜而成本增加。

燃燒多灰燃料時由煙囪中拋出大量的灰，它弄髒了空氣。為避免上述情況，在住宅區常需提高煙囪高度並裝設多級除塵裝置。

动力燃料含有大量的灰，例如：

燃 料	$A^p\%$	$A_{\max}^c\%$
油頁岩	小于 65.1	小于 80
莫斯科近郊煤	27	45
无烟煤	20	30
选煤副產品	36.0	45

木柴和重油的含灰量不多，达 0.2~0.6%。

水份——W

燃料的水份决定于燃料的性質、开採和貯藏方法。在固体燃料中它的變化范围很大，按工作質計，可由百分之几达60%。例如：

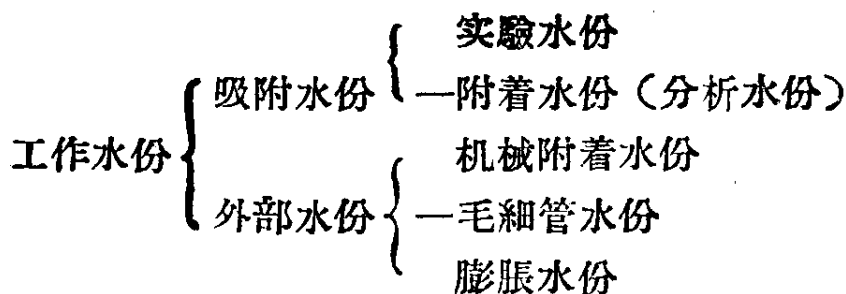
燃 料	$W^p\%$	$W_{\max}^p\%$
瘦煤和无烟煤	6~8	12
褐煤	33~50	小于 60
泥煤	小于 50	小于 55

含有大量水份的燃料会冻结。燃料中的水份由結晶水份和工作水份所組成。

結晶水份存在于某些礦物化合物的結晶体中，主要是在硫酸鹽中（在石膏中—— $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ）；它的含量極少，祇有在燃燒过程中温度約达 $800^\circ C$ 而結晶体破坏时，它才逸出，故它不在工作水份之內。

存在于燃料工作質中的水份称为工作水份。

工作水份由吸附水份和外部水份所組成，即



各种物体由周围介质中吸收水蒸汽或气体的性质称为吸附。

吸附水份是燃料从周围介质中以蒸汽状态吸入的水份。

吸附水份的量决定于燃料的性质，介质和燃料中水蒸汽的分压力。

最足以表示燃料性质的是其附着水份。

在多数情况下，燃料的年龄愈老，所含附着水份愈少。

如周围介质的水蒸汽分压力较大于燃料的水蒸汽分压力，则进入燃料的水蒸汽分子数将较逸出者为多（见图 6），如此燃料由周围介质吸入水份，其水份增加。

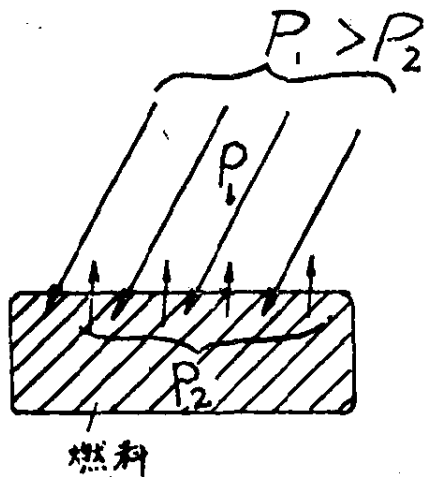


圖 6

新开採的燃料（如木柴）受到自然的干燥，一般这种干燥將繼續進行到燃料中和介质中水蒸汽分压力相等时为止。

顯然每一季節中各种燃料的附着水份並非固定不變的，因周围介质的水蒸汽分压力一直在變化着。

在介质温度为 $20^{\circ}\text{C} (\pm 1^{\circ})$ ，空气相对湿度为 $65\% (\pm 5\%)$ 的条件之下，于实验室中测定的燃料粉末的水分对某一种燃料來說几乎是不變的常数，这水份称

为附着水份（有时称为分析水份）。

在制粉系統中干燥燃料时，附着水份具有重大意义，因为干燥燃料时应使其水份不低于附着水份。

在上述条件下，附着水份（分析水份）还取决于燃料的性质和結構等。例如瘦煤和无烟煤附着水份很低，可达 $1\sim 2\%$ （按重量計），而泥煤及褐煤具有最高之附着水份，可达 $10\sim 15\%$ 。

外部水份以液体状态存在。它可在干燥时除去。这种水份可能是由于冰雪融化或下雨而进入燃料，有时也可能因燃烧前的人工润湿而进入燃料。

如水份以水珠状附着在表面上，则它称为机械附着水份。它可能存在于煤的裂缝甚至毛细管中。

在年轻的煤中（如泥煤，褐煤）水份可以胶状存在，它称为膨胀水份。

外部水份是燃料冻结失去易碎性的主要原因，而且在运输时燃料会粘附或堵塞送煤及制粉机构。

在试样包装良好的条件下，送入实验室的燃料即具有工作水份。

气体燃料中的水份以水蒸汽状态存在。

测定燃料水份时，假设燃料在 $100\sim 105^{\circ}\text{C}$ 的介质中经长时间干燥后（约 1~3 小时）即不再含有水份。

在燃料特性表中还列有燃料的最大水份。在燃料水份较高而进行设备工作验算时，必需知道这些数值。

水份在燃料中起反作用。它是杂质，它的存在使一公斤燃料中可燃元素的含量减少。

水份在燃烧过程中蒸发并过热，引起燃烧温度的降低，因为这时候需要消耗一部分蒸发热而且燃烧产物容积也增加了。

燃料中的水份及氢燃烧后所产生的水蒸汽的蒸发热都白白地损失于大气中。如要利用这种蒸发热，就必需使水蒸汽凝结，这只有在少数情况下才有可能办到。在锅炉设备工作时一般排烟温度不低于 $140^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，故蒸发热完全损失掉。

由于燃烧温度降低，同时也提高了炉内的损失。

水份及灰份是燃料的外杂质。二者之和以工作质计，可用字母 B 表示，即

$$B = W^p + A^p \quad \%$$

§ 6. 燃料的發熱值

燃料的發熱值以 Q 表示，它是燃料最重要的熱工特性之一。

燃料的發熱值是 1 公斤固體燃料或 1 標準立方公尺氣體燃料的可燃物完全燃燒後所放出的熱量。故 Q 的單位是： Q [大卡/公斤] 或 [大卡/標準立方公尺]。

燃料的發熱值可分為高發熱值和低發熱值。燃燒產物中含有燃料原有水份所生成的和氫燃燒後所生成的水蒸汽。這些蒸汽如已凝結為水，則這時的發熱值稱為高發熱值，因為水蒸汽的蒸發熱已析出。

一般在鍋爐運轉時，水蒸汽隨着煙氣由鍋爐排入大氣，故燃料所析出的熱量較少，我們所得到的是低發熱值。在熱力計算中常採用低發熱值。

熱值或發熱值可以按燃料的各種質計算，這時它用以下方法表示：

工作質 Q_H^P 和 Q_B^P

干燥質 Q_H^C 和 Q_B^C

可燃質 Q_H^r 和 Q_B^r

$Q_H^P < Q_H^C < Q_H^r$ 是必然的，因為燃料的水份和灰份不放出熱，它們降低燃料的質量，減少燃料的發熱值。

發熱值的測定

直接測定發熱值可在氧彈式測熱器中進行（圖 7）。

氧彈是一個密封的鋼制容器，它所能承受的壓力大於 25~30 大氣壓。燃料試樣在氧彈中的氧氣介質內燃燒。在氧彈蓋上設有通入氧氣之閥門。測熱器中裝有攪拌器以便使水的溫度均勻。攪拌器由電動機帶動。

試樣（固體燃料）一般製成餅狀，其中壓入點火用的金屬絲。

氧彈的容積約為 350 公分³，它放在貯有 2000~2500 公分³ 水的測熱器中。

測熱器在雙層壁的金屬罐內，壁層間充滿水以減少和周圍介質的熱交換。

電路接通後，點火金屬絲與試樣着火。所放出的熱量使水加熱，故水的溫度提高。按照水的溫度變化可以計算放出的熱量和發熱值。

在氧彈中所得發熱值以 Q_0^a 表示。

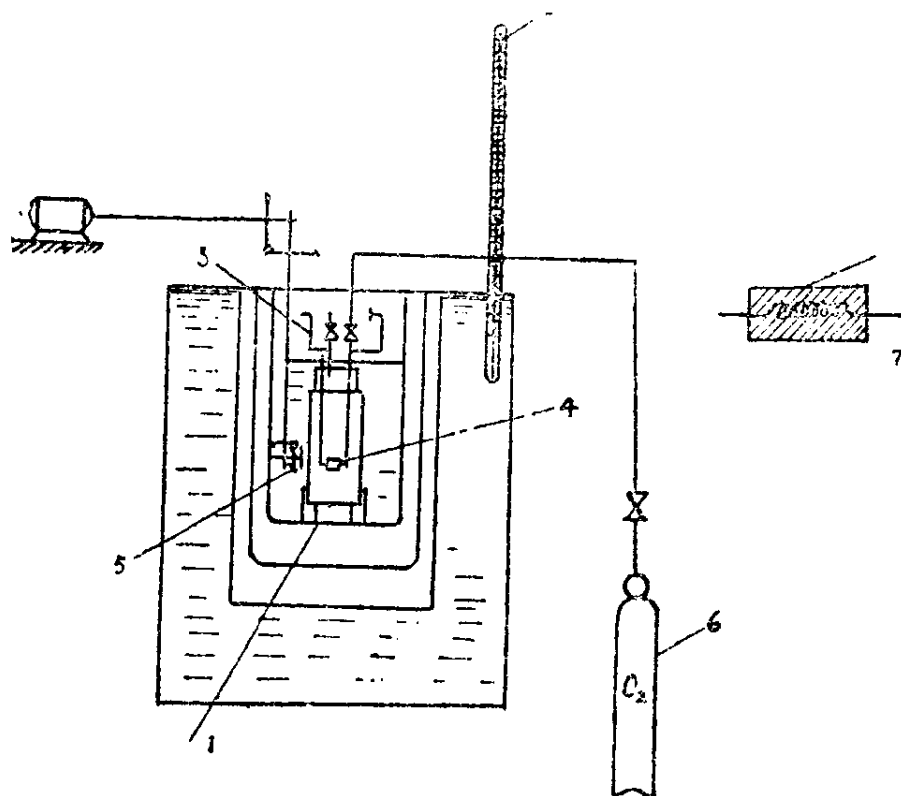


圖 7 氧彈式測熱器簡圖

1. ——氧彈；
2. ——溫度計（精確度為 $\pm 0.001^{\circ}\text{C}$ ）；
3. ——點火金屬絲的線頭（電壓 12~15 伏）；
4. ——燃料試樣 1~1.5 克（ ± 0.0001 克）；
5. ——攪拌器及其傳動裝置；
6. ——氧氣瓶（壓力 $p=25\sim 30$ 公斤/公分²）；
7. ——點火金屬絲。

在氧彈中燃燒時，氮氣在高溫高壓下被氧化結果生成硝酸和硫酸，這些是在爐內燃燒時所沒有的。因此實際的高發熱值將較低，它可按下列式計算：

$$Q_B^a = Q_G^a - 0.0015 Q_G^a - 22.5 S_{\pi} \text{ 大卡/公斤} \dots\dots\dots (9)$$

式中： $0.0015 Q_G^a \frac{\text{大卡}}{\text{公斤}}$ —考慮生成硝酸的修正係數；

$22.5 S_{\pi} \frac{\text{大卡}}{\text{公斤}}$ —考慮生成硫酸的修正係數。

如試樣按燃料的工作成份計算，則

$$Q_B^p = Q_G^p - 0.015 Q_G^p - 22.5 S_{\pi}^p \frac{\text{大卡}}{\text{公斤}}$$

但在運轉時爐內放出的僅是低發熱量。燃料燃燒時的水蒸氣量是：

$$\frac{W^p}{100} \text{——燃料中的水份；}$$

$$\frac{9H^p}{100} \text{——氫燃燒所產生的水蒸氣；}$$

故總水蒸氣量為： $\frac{1}{100} (9H^p + W^p)$

水的蒸發熱等於： $\frac{600}{100} (9H^p + W^p) = 6 (9H^p + W^p)$

如此得到低發熱值的換算公式：

$$Q_H^p = Q_B^p - 6 (9H^p + W^p) \text{ 大卡/公斤} \dots\dots\dots (10)$$

發熱值也可根據燃料的元素分析按門德列也夫的經驗公式求得：

$$Q_H^p = 81C^p + 300H^p - 26(O^p - S^p) - 6(9H^p + W^p) \text{ 大卡/公斤} \dots\dots\dots (11)$$

這公式雖然只能求出近似的結果，但對實際計算已足夠精確。

因此未列于表中的燃料常用門德列也夫公式驗算其元素成份。如果按門德列也夫公式求出之發热值 Q_{BM}^r 与在測热器中求出之發热值 Q_{B0}^r 相差如下，則可認為元素分析正確。

$$Q_{BM}^r - Q_{B0}^r \neq 150 \frac{\text{大卡}}{\text{公斤}}; \text{如 } A^c < 25\%$$

$$\text{和 } Q_{BM}^r - Q_{B0}^r \neq 200 \frac{\text{大卡}}{\text{公斤}}; \text{如 } A^c > 25\%$$

§ 7. 揮發份及焦

如固体燃料在无空气情况下加热时，則当揮發物由燃料中逸出后，剩下由炭与灰所組成的固体物質称为焦（圖 8）。所得焦的量及其状态是燃料在國民經濟中具有意义的重要特性。

得自各种煤的焦具有各种形式，例如：粉末狀、粘結狀、微焦狀、焦結狀、緊密焦結狀等。焦呈粉末狀或粘結狀的燃料供給發电厂及其他工業企業。具有焦結性焦而含硫少的燃料則供应冶金企業，因焦結性焦具有必要的机械强度。

焦的状态在爐膛設備中具有重要的意义。焦呈粉末狀的煤在層爐中燃燒时飛灰損失的可能性較高于微焦結性和粘結性的煤。目前僅以觀察方法來决定焦的状态。

燃料的碳並非全部都留在焦中，因为碳氫化合物 ($C_n H_m$) 所含的碳一部分轉變為揮發份。

燃料的工作成份，其可燃質及部分干質一般列在專門的表上（如固体燃料及液体燃料的特性表）。这些表是在發电厂燃燒燃料的丰富經驗基礎上編制的。表上列有：C、H、O、N、S_I、S_k、A、W、Q、V^r、

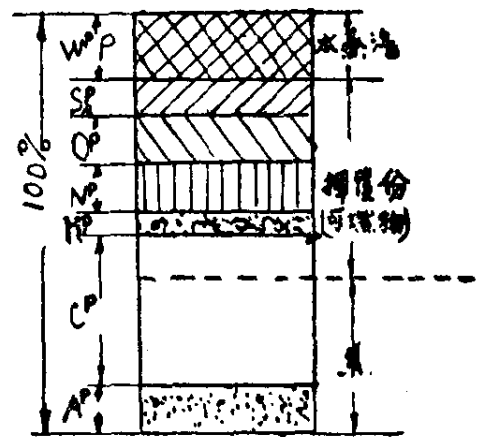


圖 8