

工程材料

(冊 下)

著 翔 文 王

版 出 社 刊 月 業 工 國 中

目次

第二十二章 燃料

一 概述

二 固體燃料

三 液體燃料

四 氣體燃料

第二十三章 潤滑油料

一 概述

二 動物油

三 植物油

四 礦物油

五 混合油

六 潤滑油料的試驗

三四

三三

三一

三〇

二八

二七

二七

二四

一八

二

一

一

七 潤滑油料的選擇 四〇

八 潤滑油料品質的說明 四一

九 常用的潤滑油料的種類 四二

十 潤滑油料規範書的製定 四二

十一 潤滑油料標準規範書舉例 四三

第二十四章 研磨材料 四三

一 概 述 四三

二 天然研磨材料 四四

三 人造研磨材料 五三

四 砂粒及砂石的製品 五五

第二十五章 砂 輪 六〇

一 概 述 六〇

二 砂輪的製造 六〇

三	砂輪的選擇	六
四	砂輪的包裝	七
五	砂輪的檢驗	七
六	砂輪的存放	七
七	砂輪的保養	七
八	砂輪的修理	七
九	殘廢砂輪的利用	七
十	砂輪速度檢查表	七
十一	砂輪重量檢查表	七
第二十六章 石棉及其製品		
一	概述	七
二	石棉的性狀	七
三	石棉的成分	七
四	石棉的燒熱減量	七

五 石棉成分的舉例 七九

六 石棉的製品 八〇

第二十七章 橡膠及其製品 九三

一 概述 九三

二 橡膠的加工 九五

三 橡膠的配合材料 九七

四 橡膠的性質 九九

五 橡膠的用途 一〇〇

六 橡膠的產量 一〇〇

七 橡膠的製品 一〇〇

八 人造橡膠 一一九

第二十八章 塗油和材料 一二一

一 概述 一二一

二 塗油的原料 一二一

三 膏狀塗油 一三五

四 調合塗油 一三六

五 塗油用量的估計 一三七

六 塗油顏色的配合 一三七

七 上油表面的準備法 一三八

八 使用塗油的注意事項 一三九

九 塗油的實際使用法 一四〇

十 塗油的簡易試驗法 一四一

十一 塗油規範書的舉例 一四四

第二十九章 漆類

一 概述 一四八

二 各種漆類 一四八

三 製漆的原料 一五五

四 漆類的簡易試驗法 一六〇

五 漆類規範書的舉例 一六二

第三十章 紗 頭 一六四

一 概 述 一六四

二 各種紗頭 一六四

三 軸箱用紗頭規範書 一六六

工程材料 (下冊)

第二十二章 燃料

一 概述

(一)燃料的重要性 在現代的工業生產方面或是交通運輸方面，大都是依賴着機械的運轉而活動的。機械的運轉要依賴於原動力；原動力的產生，除水力外，尚有賴於燃料。爲了實現國家的社會主義工業化，首先必須發展重工業；要發展重工業，必須煉鋼和冶鐵，而煉鋼和冶鐵的先決條件之一就是要有適當的燃料。配合重工業的發展，又必須發展運輸業；無論鐵路運輸、水路運輸、公路運輸或航空運輸，離開了燃料是不可能完成其運輸任務的。因此，燃料對於國家的經濟建設是非常重要的。

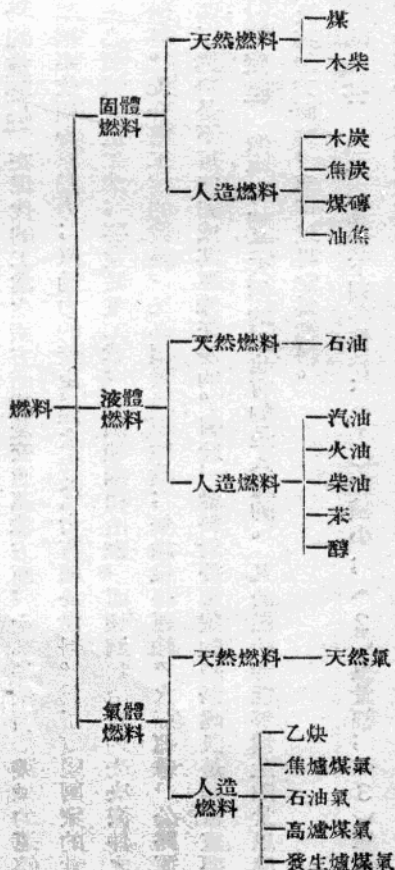
(二)燃料的定義 燃料有的是天然的，也有的是人造的。凡於燃燒時能够發生熱量以應用於工業、運輸業及其他方面的，都可以叫它爲燃料。

(三)燃料的條件 燃料須具有下列各條件：(1)體積小；(2)重量輕；(3)雜質少；(4)有害雜質少；(5)產量大；(6)成本低；(7)引燃容易；(8)發熱量高。

(四)燃料的分類 燃料的種類是很多的，依其狀態之不同，可以分爲固體、液體、氣體三類。

每類又可分為天然的和人造的兩項，每項也不僅是一種，有的包括若干種，如第九二表所示：

第九二表 燃料分類概況表



二 固體燃料

I 天然固體燃料

(甲) 煤

(一) 煤的生成 煤是在兩萬萬年以前，由植物埋藏地中，受高壓強熱變化而生成的。由於埋

藏年代的遠近和變化情形的不同等，使煤的形狀和性質，也就有了區別；但無論何種形狀和性質的煤，它的成分都是碳（C）、氫（H）、氧（O）、氮（N）、硫（S）、磷（P），及成分複雜的灰分（A），與狀態不同的水分（W）。

（二）煤的分析 煤的分析，可以分爲工業分析和元素分析兩種。工業分析，是用來測定煤中的揮發物、固定碳、灰分及水分的含有量的；元素分析，是用來測定煤中的碳、氫、氧、氮、硫、磷及灰分和水分的含有量的。工業分析的方法簡單，用煤方面大都採用之。茲將兩種分析的內容和方法，說明於後：

1. 工業分析

內容說明：

（1）揮發物——煤在燃燒時成爲烟而飛散的部分，叫做揮發物。揮發物過多的煤，黑烟重，損失大。揮發物過少的煤，火焰短，損失小，但燃燒火管式鍋爐時不適用。

（2）固定碳——揮發物燃燒分離後，剩餘下來的便是固定碳和灰分的混合物。固定碳較高的煤，發熱量大，品質優良。

（3）灰分——煤在燃燒後，殘留之不能燃燒的部分，叫做灰分。灰分含量較高的煤，不僅使用不便，同時爲了使這種無用的部分熔融，還必須無謂的消耗許多的熱量、運輸費和清除灰渣所化費的

勞動力，故頗不經濟。

(4) 水分——水分含量較多的煤，價值較低，其原因有二：第一、可燃物的含量相對降低，則燃燒時發熱量必減少；第二、很顯著的一部分熱量消耗於蒸發水分，呈蒸汽狀態與燃燒產物一起自烟道排除出去，形成損失。

分析方法：

取試樣一克，置烘箱中，在攝氏一〇〇——一〇五度內，烘一小時，其最初與最後重量之差，即為水分的重量。將此除水試樣，另放在坩堝中，於攝氏七五〇度（加減各不得超過二〇度）燒七分鐘，其損失的重量中，經減出水分後，即為揮發物的重量。最後由一〇〇%中減去水分、灰分及揮發物各重量後，剩餘下來的就是固定碳的重量。

2. 元素分析

內容說明：

(1) 碳、氫、硫是煤中的可燃部分，其中碳是最主要的。氫的含量較少，但在燃燒時所發的熱量，遠較同重量的碳所發熱量為大。硫在煤中，可分三種：一種是有機硫，是在煤化以前，就與煤化植物膠結在一起的；一種是鐵礦硫，是煤層中夾雜黃鐵礦或白鐵礦的硫（ FeS_2 ）。以上這兩種硫，是可以燃燒的，但在燃燒時與氧化合，能形成一種有害的含硫氣體。第三種硫是硫酸硫，是不能燃燒的。

硫；煤層中夾雜着石膏石（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）者，即含有這種硫分，在煤的燃燒過程中，它完全變成灰分。各種硫在煤中所佔的成分，大致如第九三表所列：

第九三表 十種煤樣含硫成分的分析表

煤樣號數	含硫總量%	有機硫%	鐵礦硫%	硫酸硫%
1	4.04	1.96	2.00	0.08
2	5.51	1.74	3.63	0.14
3	1.97	1.04	0.89	0.04
4	3.56	1.69	1.82	0.05
5	2.78	1.47	1.26	0.05
6	4.06	2.40	1.61	0.05
7	5.56	2.06	3.40	0.10
8	3.71	1.62	2.12	0.07
9	9.72	2.44	6.97	0.31
10	5.52	2.01	3.35	0.16

（2）氧、氮、灰分、水分，都是煤中的不燃成分。氧不能自燃，也不能發生熱量，因此煤中氧

的存在是不好的東西。氮在煤中，也是一種不好的東西，它和氧共同構成煤的內在惰性物質。而灰分和水，則共同構成外來的惰性物質。

3. 水分和灰分的來源

(1) 水分——煤內的水分，有三種不同的狀態：第一種是自由水，即使煤潮濕的外來水；第二種是內在的水，即在煤化以前，經過毛細管的吸入而封閉在煤內的水。新由礦井採掘出來的煤，表面雖有乾燥而粉末飛揚的現象，但含水之多，仍有達到二五%的。內在的水，常稱為煤層中正常的水分。第三種的水為水與煤和它所夾雜的礦質物成化合狀態而存在的，特別是在含氧成分較高的煤中，所含此種水分之多，有達百分之幾的。水是煤中的不良分子，含水量較高的煤，價值較低。

(2) 灰分——煤內灰分的存在，有些是煤化以前由植物的本身帶來的。根據近代科學研究所知，植物之中的竹，它所產生的灰分較其他植物為多。一般說來，多種植物的灰分含有量，僅佔千分之幾而已。但在煤化的過程中，由於植物體積的大量縮小，與水分和有機物的隨同減少，所以生成灰分礦質物的含有量，也就相應的增加了。用顯微鏡觀察，可以看到多數的煤，是與粘土極其微細的顆粒密切結合着的；這是由於沉泥被洪水沖入正在煤化中的沼澤，並混入尚未腐化的植物中者。在某一個時期中，沉泥注入的數量極大，結果構成了粘土、頁岩、砂岩及板岩等的岩層。假使所有植物都是積聚在清水中的，成煤之後，其灰分的含有量就必然是很低的。此外，產生灰分的物質，也有在煤層

形成的過程中或在煤層形成終了後，被水把鐵、鈣、鎂、鈉及其他金屬礦物的鹽類，搬運到煤層之中積存而成沉澱物或填充物者。如礦物的積存與植物的煤化爲會合一起，同時進行的，則煤中的雜質都是極其微細的顆粒。如礦物的沉積是在植物的煤化完成以後所形成的，則礦物成帶岩或層岩存在於煤層的上部或在煤層的裂縫中。另外，煤內灰分的來源，也有是由於粘土、頁岩及砂粒等被壓力迫入煤層裂縫中間而變成煤層中的脈石。最後在採煤過程中，也有是由於工作的不慎，將煤層頂底板岩石混入煤中的。產生煤內灰分的雜質，和煤的混合是很親密的，雜質已成爲煤層整體的一部分。

植物變成的灰分及細粒粘土與金屬礦鹽等，都是屬於和煤不可分離的雜質，也叫做內在的雜質。煤中含有大量的內在雜質者，是灰色，其灰分超過四〇%的叫做含碳質泥板石。灰分在二五——四〇%的，叫做「骨」煤。產生灰分的雜質如層岩、球脈及岩脈等，凡屬能與煤相分離並與煤有顯著的區別者，都叫做可分離的雜質，也叫做外來的雜質。外來的雜質，是可以選擇方法選出的。

煤中的灰分，在燃燒過程中，可分爲三個階段：（甲）變形：此時灰渣，失去其尖銳突出部分，開始改變其形態；（乙）軟化：灰渣漸入熔融狀態，軟化開始，形成球狀的塊；（丙）液化：溫度繼續增加，灰渣變爲易於流動的液體。我們把灰渣軟化時（第二階段）的溫度定爲熔點。灰分的熔點較低者，在爐條之上，容易熔結起來，堵住風路，損失爐條，清除修理，耗費人工和材料，故不經濟。大體說來，灰分愈近於粘土（ $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ）性質者，則其熔點愈高。氧化鐵（ Fe_2O_3 ）、氧化鈣（ CaO ）

及氧化鎂(MgO)等的存在，都可以使灰分的熔點降低。第九四表所列，為七種煤樣灰分的分析結果。其中矽化砂(SiO_2)及氧化鋁(Al_2O_3)的含量較大者，熔點較高；氧化鐵、氧化鈣及氧化鎂的含量較大者，則熔點較低。

第九四表 七種灰分樣品成分的分析表

灰樣 號數	灰 分 分 析 (重 量 %)							實際 熔點 °C	計算 熔點 °C
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	
1	30.7	19.6	18.9	1.1	11.3	3.7	1.9	0.5	1130
2	46.2	22.9	7.7	1.0	10.1	1.6	0.7	0.8	1270
3	49.7	23.8	11.4	1.2	4.2	0.8	1.6	1.3	1370
4	51.0	30.9	10.7	1.9	2.1	0.9	1.0	0.4	1100
5	58.5	30.6	4.2	1.8	2.0	0.4	0.7	0.9	1580
6	49.1	30.6	8.7	1.9	3.3	1.3	0.7	0.3	1450
7	44.8	22.9	15.6	0.6	6.7	3.8	1.1	1.4	1400
									1330

計算熔點公式(經驗數字)：

$$\text{熔點}^{\circ}\text{C} = 19(\text{Al}_2\text{O}_3) + 15(\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2) + 10(\text{CaO} + \text{MgO}) + 6(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$$

應用這公式計算所得的結果，與精確測定出來的所差無幾。

灰渣熔點與熔結關係：

熔點 1425—1710 °C	經常不熔結
熔點 1200—1425 °C	可能熔結，但不嚴重
熔點 1040—1200 °C	熔結嚴重

分析方法：

(1) 氫和碳的測定——是在一燒管內，燒一定重量的煤樣，使燃燒產物經過紅熱氧化銅 (CuO) 及氧化鉻鉛 (PbCrO_4) 而氧化，並使氫變為水 (H_2O)，使碳變為二氧化碳 (CO_2)。前者被內裝氯化鈣 (CaCl_2) 的吸管吸收，後者被內裝 30% 氫氧化鉀 (KOH) 溶液的吸管吸收。稱出各管共重量，減去吸管自重量，根據各管的增加重量，即可分別算出氫和碳的百分數。

(2) 氮的測定——是將一克煤樣，投入 30 立方公分 (CC) 濃硫酸 (H_2SO_4)、七——10 克硫酸鉀 (K_2SO_4) 及 $\text{O} \cdot 6$ —— $\text{O} \cdot 8$ 克金屬汞的溶液中，煮三——四小時，煤內所含的氣，即可變為鉍鹽；然後加入氫氧化鈉 (NaOH)，使成為鹼性溶液，蒸餾之並通入 10 立方公分的標準硫酸 (H_2SO_4) 溶液中。用滴定法測定此溶液的酸度。氮的數量即可由被氮 (NH_3) 所中和的酸的數量，計算出來。

(3) 硫的測定——測定硫量最便利的方法，是利用測定煤發熱量用彈形量熱計的洗滌物。硫在洗滌物內，成硫酸鹽而存在，由硫酸鹽沉澱而分離出硫酸鉍，經過過濾、燃點、稱重等手續後，硫的重量即可由硫酸鉍的重量中計算出來。

(4) 氧的測定——氧一般的都不作測定，因為在煤的五種元素中，除了碳、氮、氫、硫四種外，其差額即為氧的成分。

(三) 煤的卡值 其測定法和計算法如下：

1. 煤的卡值測定法——煤的價值大小，主要是根據其發熱量的高低（即卡值的大小）而定的。卡值的測定，係置定量的煤樣於懸掛在密閉耐熱鋼製筒內的白金杓中。筒內充滿氧氣，筒外圍繞着水，燃燒煤樣所生的熱，被水吸收，水的溫度增高一度，即為一卡。卡有大小兩種，以一公斤的煤，熱一公斤的水，增高攝氏一度時，叫做一大卡。也叫做千卡。以一克的煤，熱一克的水，增高攝氏一度時，叫做一小卡，也叫做克卡。一般工業方面所常用的，都是千卡。

2. 煤的卡值計算法——根據已知的元素成分，煤的卡值高低，可按照門德列也夫（Д. И. Менделеев）的公式或杜隆（Дюлонг）的公式來計算。

(A) 門德列也夫的公式：

每 100 公斤煤的最低發熱量（千卡） $= 8100C + 30000H - 2600(O - S) - 600(W + 9H)$

求一公斤煤的最低發熱量時，以一〇〇除之即得。

(B) 杜隆的公式：

每 100 公斤煤的最低發熱量（千卡） $= 8140C + 28800\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2500S - 600W$

求一公斤煤的最低發熱量時，以一〇〇除之即得。

(例) 已知烟煤的成分如下：