



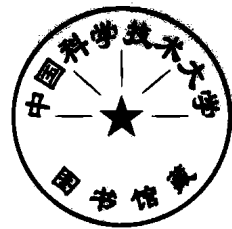
9

煤及煤氣工業

附燃料概論, 煤之低溫乾餾工業, 煤塔工業



煤 及 煤 氣 工 業



增訂版附言

本書總輯原名“最新化學工業大全”，是我館於1935年冬，根據日本新光社1933年版“最新化學工業大系 全書”，約國內專家譯出，在一年半內陸續出版的。全書共十五冊，凡五十八篇，約六百萬字，包括化學工業應有的各部門，材料豐富，論述精審，在當時是一部介紹化工新技術的較大出版物，成為國內化學工業界的重要參考書。全書出齊以後，初版不久售完，其後曾重印四次，銷行很廣。但本書自從出版迄今，已歷十五六年，這一期間，化工方面不絕有新的發明和進步，所以必須加以增訂。查日文原書曾於1938年改訂一次，復於1943至44年間澈底修訂，加入了不少新材料。全書除第六、第十、第十五三冊，未見修訂外，其餘十二冊，都用“三訂增補版”的名稱發行。這“三訂增補版”自從出書以來，也有了六七年之久，未及將第二次世界大戰期間以及戰後的新材料列入，在今天看來，仍不能稱為最新，然供作我國工業家及化工技術人員參考，實際上有其相當的價值。茲因我館舊譯本早已全部售缺，國內還有不少讀者需求這書，為配合國家經濟建設高潮的來到，實有再出增訂版的必要。故自本年初起，即根據日文原書“三訂增補版”各冊及1938年改訂版第六、第十、第十五三冊，重行補譯修訂，稱為“增訂化學工業大全”；並為便利讀者購買起見，特將全書所含各篇，按照化學工業一般分類方法，另作適宜的配合，分成三十四冊，各冊均以主要內容的篇名為書名，陸續出版，以便選購。全書計畫編訂，由鄒尙熊先生主持，補譯校修，由張聲、呂克明兩先生擔任，閱稿整理，由舒重則先生負責。

商務印書館 1951年12月

目 次

第一篇 煤

第一章 成因及分類.....	1
第一節 成因.....	1
第二節 分類.....	5
第二章 成分.....	13
第一節 有機成分.....	13
第二節 無機成分.....	21
第三章 性質.....	24
第一節 物理性質.....	24
1. 外觀	24
2. 比重	25
3. 熱值	25
4. 比熱	26
5. 導熱性	26
6. 導電性	26
7. 吸附作用	26
第二節 化學性質.....	27
1. 空氣	27
2. 水、酸類及鹼類	29
3. 氧化	29
4. 還原	30

5. 熱	31
第四章 存在、產出、用途及分析試驗法	33
第一節 存在及產出	33
第二節 用途	35
第三節 分析及試驗法	36
1. 熱值	37
2. 灰分	37
3. 黏結力	38
4. 乾餾試驗	39
5. 比重	41
第二篇 煤氣	
第一章 煤氣	43
第一節 煤之乾餾	43
1. 乾餾	43
2. 黏結性	43
3. 乾餾中之物理變化	44
4. 乾餾中之化學變化	45
5. 乾餾溫度及煤氣成分	46
6. 硫化物之變化	46
7. 氮化物之變化	47
8. 乾餾之反應熱	47
第二節 乾餾工業及其生產物	48
1. 乾餾工業之操作程序	48
2. 煤氣之成分	50
3. 煤渣之成分	50
4. 苯類之處理	51

5. 煤氣液之成分	51
6. 焦煤	51
第三節 煤氣製造窯	51
1. 水平式蒸餾器窯	52
2. 傾斜式蒸餾器窯	54
3. 直立式蒸餾器窯	54
4. 室式窯	59
第四節 乾餾成績	63
1. 水平式蒸餾器窯之成績	63
2. 直立式蒸餾器窯之成績	64
第五節 煤氣製造附屬設備	66
1. 聚氣管	66
2. 空氣冷凝器及水冷凝器	66
3. 排送機	67
4. 煤渣排除器	68
5. 煤氣液蒸餾器及氨飽和器	68
6. 煤氣液中酚類之採取	70
7. 苯採取器	71
8. 苯蒸餾器	72
9. 清淨器	73
10. 煤氣計量器	75
11. 煤氣庫	75
第二章 焦煤	76
第一節 焦煤之煉製	76
1. 洗煤及預備操作	76
2. 採取副產物之煉製法與不採取副產物之煉製法	76
3. 煉焦爐式之發達	76

第二節 洗煤法.....77

1. 水簸機 77
2. 浮游法 78
3. 勒鄂洗煤機 79

第三節 煉焦爐.....79

1. 廢熱式蓄熱式及複式 79
2. 蜂窩式煉焦爐 80
3. 塞美特・蘇爾味式煉焦爐 80
4. 科帕斯式煉焦爐 81
5. 鄂圖髮針埕道式煉焦爐 83
6. 黑田式煉焦爐 83
7. 柏卡式煉焦爐 84
8. 紅熱焦煤之熄火 87
9. 最近煉焦爐式發達之傾向 89

第四節 焦煤煉製之成績.....92

1. 煉焦爐作業狀態及其成績 92
2. 煉焦爐之熱清算 94

第五節 性質用途及試驗法.....96

1. 焦煤之種類 96
2. 焦煤之性質 96
3. 焦煤之用途 100
4. 焦煤之堅牢性試驗法 101

第三章 發生爐煤氣103

第一節 發生爐內之氯化反應103

1. 僅用空氣時之氯化 103
2. 空氣水蒸氣混用時之氯化 104

3. 焦煤、煤之氣化	107
第二節 煤氣發生爐	108
1. 發生爐之種類	108
2. 熔融式發生爐	109
3. 人力操作發生爐	109
4. 機械力操作發生爐	110
5. 副產物採收式發生爐	114
6. 吸取式發生爐	115
7. 特殊發生爐	116
第三節 發生爐氣化之成績	116
第四章 水煤氣	120
第一節 氣化反應	120
1. 總說	120
2. 水煤氣化	121
3. 煤之完全氣化	124
4. 用高熱煤氣及水蒸氣之氣化	126
5. 混用氧與水蒸氣之氣化	126
第二節 氣化爐	127
1. 水煤氣化設備	127
2. 煤之完全氣化設備	129
3. 用高熱煤氣及水蒸氣之氣化	132
4. 用氧之氣化	132
第三節 氣化之成績	134
1. 水煤氣化之成績	134
2. 混合煤氣化之成績	137

3. 用高熱煤氣及水蒸氣之氣化成績	139
4. 用氧及水蒸氣之氣化成績	140
第五章 煤氣之性質用途及試驗法	142
第一節 性質	142
第二節 用途	145
1. 煤氣	145
2. 焦煤爐煤氣	146
3. 發生爐煤氣	146
4. 水煤氣及混合煤氣	147
第三節 分析及試驗法	148
1. 分析法	148
2. 試驗法	149

煤 及 煤 氣 工 業

第一篇 煤

第一章 成因及分類

第一節 成因

煤 (coal) 亦稱石炭,係由植物質堆積分解而成,爲有機成因之可燃岩石,可以之供經濟的燃料等之用。煤之性質,因其前身植物質之種類及其蓄積之狀態等而異。茲將此等植物質蓄積之順序,大略示之如次:

I. 海水中 (i)由陸地流來,蓄積於海水中之某處者, (ii)在海岸爲波浪等所打來而蓄積者。

II. 鹹水中 (i)由大森林等之沒落而蓄積者, (ii)繁茂於沼澤之植物質漸次堆積於水中者, (iii)一部屬於以上之原生,一部自他處流來蓄積者。

III. 淡水中 (i)由湖沼中森林等之沒落而蓄積者,或由近傍森林地等流來蓄積者, (ii)河川彎曲部、河口或三角洲之原生或他生植物之堆積者。

IV. 陸上 (i)繁茂於高原或平地沼澤之植物之堆積者, (ii)森林地帶樹木之堆積者。

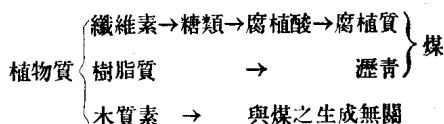
如上蓄積之植物質,可視爲乃因上部泥土砂礫等之集積及地殼之

變動，致深埋於地下，經長年代之壓力，溫度及細菌之作用，故腐朽變質，放出水、碳酸氣（二氧化碳）、沼氣（甲烷）等，而殘留含碳豐富之可燃岩石，即煤是也。此種作用稱為煤化（coalification）。故生成年代愈久之煤，含碳愈多，而氫及氧之含量愈少，直接用作燃料，價值甚大。茲將木材與各種煤類之組成，略示於下。

	碳(%)	氫(%)	氧(%)
木 材	50	6	44
泥 煤	55~60	5~6	35~39
亞 煤	65	5	25
褐 煤	70~78	5	17~25
瀝青煤(煙煤)	80~92	4~5	4~15
無煙煤(白煤)	94~98	1~3	1~3

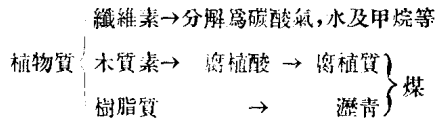
考植物質主由纖維素（cellulose）、木質素（lignin）、樹脂質（resinous substance）三要素而成，甚為明瞭。然此三者中，煤究由何者生成？歷來異說紛紛，莫衷一是。然此等異說，大致可分為二類。即纖維素成因說與木質素成因說，是也。

纖維素成因說謂：植物質中之纖維素，由煤化作用，最初變為糖類，次生成腐植酸（Humin Säure），再次變為形成煤之本體之腐植質（Huminstoff），同時植物質中之樹脂質，因對於細菌抵抗力大，煤化之際，僅微變質，成為瀝青（bitumen），與上述之腐植質相黏結而形成煤。以此說以表示之如次：

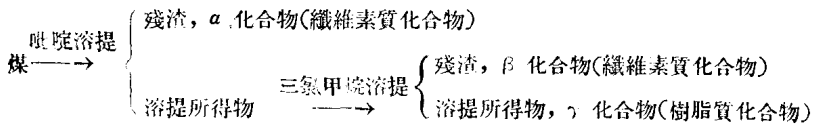


木質素成因說謂：植物質中之纖維素與煤之生成無關，煤之主成分為木質素。詳言之，即木質素由煤化作用，變為腐植酸，再變為腐植質，

遂形成煤之主要部分，至樹脂質受變化不多而成瀝青，與前說同。此說以表示之如次：



纖維素成因說爲自古唱道之學說，1916年惠勒氏 (Wheeler) 如下表所示，以吡啶(pyridine)及三氯甲烷(chloroform)將煤溶提，由此而得 α 化合物及 β 化合物(即纖維素質化合物)與 γ 化合物(即樹脂質化合物)，以此等化合物行種種之試驗，主張本說最爲可靠。



以上各化合物中， α 化合物及 β 化合物在熱分解之際，主爲生成氫、碳酸氣及一氧化碳，反之 γ 化合物則生成烷烴。又前二者煤溶之生成量甚少，其主成分爲酚類(phenols)，後者煤溶之生成量甚多，其成分爲烷烴類(paraffins)、烯烴類(olefines)及環烷烴類(naphthenes)惠勒氏鑒於如上 α 化合物及 β 化合物生略相同之物質，而 γ 化合物生完全相異之物質，遂下結論，謂煤之成分可區分爲二類。彼因 α 化合物及 β 化合物生酚類，謂此二物爲纖維素質化合物，有呋喃(furane)之結構，又由 γ 化合物所生煤溶之成分，謂 γ 化合物主爲樹脂質崩壞或聚合所生成，且謂應含有結合烷基、環烷基及不飽和烴基之化合物，乃稱纖維素成因說極爲可靠。附和此說者有沙得特氏 (Chardet)、得特馬氏 (Detmer)、札白克氏 (Czapek) 及白耳朱斯氏 (Bergius) 等，就中白耳朱斯氏且曾行人工造煤之實驗，將纖維素與泥煤以多量之水同置於加壓器中，行 300°C . 之加熱後，生成類似於煤之物質。氏乃於發表此種

實驗結果後，遂證明纖維素爲煤質生成之根本。

木質素成因說爲 1921 年斐雪氏 (Fischer) 等所唱之學說，由多數實驗結果說明纖維素成因說之誤謬，謂煤之主體係由木質素而成，其主要理由如次：

(i) 纖維素在泥煤化時，因細菌之作用，分解爲碳酸氣、水及甲烷等而消失，反之，木質素則變爲腐植酸。

(ii) 由褐煤泥煤分離之腐植酸、天然腐植酸及木質素等中，均有甲氧基 (methoxyl) 存在，然由蔗糖提出之人造腐植酸及纖維素中則無之。

(iii) 有鹼存在時，加壓力氧化之，纖維素不生苯羧酸等，然木質素及煤則生之。

(iv) 如上加壓力氧化之，纖維素生呋喃羧酸，然木質素及煤則不生之。

霍卜 (Hoppe) 氏、西拉 (Seyler) 氏及匹克特 (Pictet) 氏等均贊成此說。然又據馬屈遜 (Marcusson) 氏就已腐蝕之木材、泥煤及褐煤試驗之結果，則木材腐蝕，木質素之量並不增加，纖維素雖漸次消失，惟並不似斐雪氏等之所述，因細菌之故，分解爲氣體及水等，大部分變爲氧化纖維素 (oxycellulose)。據其所說，氧化纖維素成分中之葡萄糖醛酸 (glucuronic acid) 與木質素一同變爲腐植酸，而纖維素亦與煤之生成有關云。

以上所述，主爲煤之成分與植物質之關係，1926年泰羅氏 (Taylor) 又就植物質煤化之際細菌 (bacteria) 之作用提出一有興味之說。氏曾於埃及發見鹼性之土壤中有含煤母 (fusain) (參看第三章第一節) 之泥煤，及曾確知多數之煙煤存在於含交替性鈉之鹼性土壤之下層；又含交替性鹼鈉及鈣之土壤中，將植物以細菌分解之，則含鈉之土壤，因水解

而常維持鹼性，且對於氣體雖無透過性，然含鈣之土壤則對於氣體有透過性，因水解不充分，遇植物之分解生成物即呈酸性。又前者之分解生成物雖為還原物而似煤母之物質，然後者則為氧化物。該氏由此等事實，對於煤之成因，乃認煤為植物質受二種細菌之分解作用變化所成。據其所說，第一種細菌並非真正之嫌氣性細菌，因其生成物為氧化物，故由此氧化物之蓄積，即可防止細菌之作用，此生成物即泥煤是也；第二種細菌則為嫌氣性細菌，有在鹼性土壤中使泥煤還原之作用，此還原生成物即煙煤是也；故煙煤為含鈉之鹼性土壤中與空氣在絕緣狀態之植物殘渣分解所生成者。該氏又謂纖維素在鹼性土壤中則分解而變為氣體等，對於纖維素成因說，暗下予以否定。

要而言之，煤之成因果為纖維素乎？抑為木質素乎？今日猶未能明瞭，更須研究其成分以待他日解決耳。

第二節 分類

煤之未易簡單分類，恰如其成因之未易解決，故其分類法亦因人而異，因國而異，未能一定。現在最普通之分類法，係將煤分為泥煤(peat)、褐煤(brown coal 及 lignite)及石煤(stone coal)，石煤再分為煙煤(即瀝青煤)(bituminous coal)與無煙煤(anthracite)(俗稱白煤)。

泥煤為褐色乃至黑色之有機質岩石，在地中時質軟，含有多量之水分及可溶於鹼內之腐植酸。褐煤為褐色或黑色質粗或細之有機質岩石，含有多量可溶於鹼內之腐植酸，與泥煤同，其與泥煤相異之點如次：

(i) 泥煤以稀鹼溶液處理之，可見有多量之纖維存在，然在褐煤則不見有纖維存在，或縱有亦極少。

(ii) 初採出之泥煤以少許壓力可壓之出水，然在褐煤則不可能。

(iii) 泥煤可以貫穿之，褐煤則否。

石煤爲黑色質粗或細之有機質岩石，其可溶於鹼內之腐植酸，所含甚少。其中無煙煤一般質細而含碳多，其與煙煤之區別爲煙煤含氧在 4% 以上，此則在 4% 以下，且對於化學藥品之抵抗力特大。

通常所謂煤，多指位於褐煤與石煤之間者，僅上所述，則褐煤與石煤不易區別，茲再將二者大致不同之點舉之於次：

(i) 石煤之條痕 (streak) 爲黑色，褐煤之條痕爲褐色。

(ii) 褐煤於苛性鉀溶液中煮沸之，得暗色溶液，然石煤則着色甚少。

(iii) 褐煤氧化即生可溶性之中間生成物而破碎，然石煤則其程度甚微。

(iv) 石煤以苯溶提時，可提出有強螢光之物，然由褐煤提出者僅呈褐黃色。

以上爲大致區別煤之方法，此外或由化學分析，或由黏結性、熱值，或由燃燒時煙之長短，煤氣及煤渣生產量之多少等，分類之法極多，茲舉其著名者如次：

1837 年勒格諾爾特 (Regnault) 氏以煤所含氧量足爲實用分類法之基礎，由此將煤分類如次：

(i) 無煙煤，(ii) 硬質黏結煤，(iii) 軟質黏結煤，(iv) 長焰黏結煤，(v) 長焰不黏結煤。

1874 年格魯那 (Gruner) 氏於氧以外，又加入碳、氫之量(除去水分、灰分、硫等之試料中之量)爲基礎，改良勒格諾爾特氏之法，提倡所謂格魯那分類法 (Gruner's classification) (應稱爲勒格諾爾特·格魯那分類法，固不待論)。此分類法現在猶相當廣用之，茲舉之於次：

種類	C	H	O	比重	熱值	焦煤量
1. 不黏結煤 長焰 (dry, long flame)	75~80	5.5~4.5	19.5~15	1.25	8,000~8,500	60~60
2. 黏結煤 長焰 (fat, long flame)	80~85	5.8~5.0	14.2~10	1.28~1.30	8,500~8,800	60~68
3. 黏結煤 (fat)	84~89	5~5.5	11~5.5	1.30	8,800~9,300	68~74
4. 黏結煤 短焰 (fat, short flame)	88~89	4.5~5.5	6.5~5.5	1.30~1.35	9,300~9,600	74~82
5. 無煙煤 (anthracite)	90~93	5.5~4.0	5.5~3.0	1.35~1.40	9,200~9,500	82~90

上表中，(1)類煤燃燒時發煙及長焰，加熱時破碎，可用以供反射爐燃料或煤氣製造原料之用，其焦煤為粉狀或微固結。(2)類煤燃燒時發煙及長焰，加熱時軟化，可供製造煤氣之用，其焦煤為多孔質。(3)類煤燃燒時發煙較上二種煤為少，焰亦較短，加熱時軟化融結，可供製造煤氣及焦煤之用。(4)類煤燃燒時焰雖短，加熱時焦煤化之力大，最適於供製造焦煤之用。(5)類煤發火稍難，燃燒時發短焰，殆無煙，有加熱而破碎之性質，適於供發生蒸汽及家庭燃燒之用。

此分類法側重碳及氧，對於氫雖亦有限制，但未重視之。又此分類法碳姑不具論，氧在分析時，由其他各成分之差算出，故分析之誤差，可認為悉集於此，以如此求出之氧量為分類之基，可謂不當；又氫使煤有極重要之性質，亦宜更重視之。由上理由，故本分類法尚有缺點，代之而與之分類法即為以碳為經，以氫為緯之西拉氏法(Seyler's classification)。此法提倡於 1900 年，其後稍經改良，為英國等所採用。此法認代表的煤類，除碳之含量各有狹範圍之限制外，氫之含量達某值，則不論含碳量之多少，再呈相似之性質，故分煤如分動植物，不獨分之為若干種(species)，並由種再分之為若干屬(genus)，茲示之如次：

Carbon	Anthracite	Carbonaceous	Bituminous			Lignitious		Volatile matter ratio
			Meta	Ortho	Para	Meta	Ortho	
Carbon	Carbon over 93.3	93.3~91.2	91.2~89.0	89.0~87.0	87.0~84.0	84.0~80.0	80~75	
Perbituminous genus H over 5.8%			Perbituminous (Permeta-bituminous)	Perbituminous (Perortho-bituminous)	Perbituminous (Perpara-bituminous)	Perlignitious		over 24
Bituminous genus H 5.0~5.8%		Pseudobituminous species	Metabituminous	Orthobituminous	Parabituminous	Lignitious (Meta) (Ortho)		over 24
Semibituminous genus H 4.5~5.0%		Semibituminous species (Orthosemibituminous)	Subbituminous (Submeta-bituminous)	Subbituminous (Subortho-bituminous)	Subbituminous (Subpara-bituminous)	Sublignitious (Meta) (Ortho)		16~24
Carbonaceous genus H 4.0~4.5%	Semianthracitic species	Carbonaceous species (orthocarbonaceous)	Pseudocarbonaceous (Submeta-bituminous)	Pseudocarbonaceous (Subortho-bituminous)	Pseudocarbonaceous (Subpara-bituminous)			10~15
Anthracitic genus H under 4%	Orthoanthracitic	Pseudoanthracite (Subcarbonaceous)	Pseudoanthracite (Submeta-bituminous)	Pseudoanthracite (Subortho-bituminous)	Pseudoanthracite (Subpara-bituminous)			up 10