

083  
7  
10

庫文學中新

煤

著榮家謝

乙  
083  
7  
10

行發館書印務商

工學小叢書

煤

謝家榮著

商務印書館發行

# 煤

## 目錄

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 第一章 | 煤之略史·····   | 一  |
| 第二章 | 煤之性質·····   | 三  |
| 第一節 | 煤之化學性質····· | 三  |
| 第二節 | 煤之發熱量·····  | 九  |
| 第三節 | 煤之煉焦性·····  | 一二 |
| 第四節 | 煤之物理性質····· | 一五 |
| 第三章 | 煤之成固·····   | 一七 |
| 第一節 | 煤由何物所成····· | 一七 |

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 第二節 | 煤層如何沉積····· | 一八 |
| 第三節 | 煤質若何變成····· | 二一 |
| 第四章 | 煤之分類·····   | 二五 |
| 第五章 | 煤之地質·····   | 二八 |
| 第一節 | 地質學大意·····  | 二八 |
| 第六章 | 煤礦工程·····   | 二八 |
| 第一節 | 探勘·····     | 三八 |
| 第二節 | 開坑·····     | 三九 |
| 第三節 | 探掘·····     | 三九 |
| 第四節 | 煤礦之設備·····  | 四三 |
| 第五節 | 採煤之成本·····  | 四五 |
| 第六節 | 選礦·····     | 四七 |

第七章 煉焦.....四八

第一節 土法煉焦.....四八

第二節 西法煉焦.....四九

第八章 煤之用途.....五〇

第九章 中國煤礦概況.....五一

第一節 地質及分布.....五一

第二節 煤層.....五二

第三節 煤質.....五四

第四節 儲量.....五七

第五節 產額.....六二

第六節 輸出與輸入.....六七

第七節 消費.....六八

|     |              |    |
|-----|--------------|----|
| 第八節 | 焦煤·····      | 六九 |
| 第九節 | 價值·····      | 七〇 |
| 第十章 | 世界煤業·····    | 七一 |
| 第一節 | 儲量·····      | 七一 |
| 第二節 | 產額·····      | 七四 |
| 第三節 | 國際貿易·····    | 七四 |
| 第四節 | 礦業前途之預測····· | 七五 |

# 煤

## 第一章 煤之略史

煤或稱石炭，古名石涅，又稱黑丹，或玄丹，又名焦石，一名畫眉石。古時用以書字，故又謂之石墨。史記、後漢書始稱炭。大抵三代時，煤已發現，惟未用爲燃料耳。吾國用煤，當自漢始，實開世界用煤之先聲。下逮於宋，煤之用愈著，或官自賣，或稅於官，與鹽鐵並重矣。

考之歐洲，煤之發現亦甚早。英國煤田附近，於古代羅馬人遺跡中，發現煤屑，足徵當日已知用煤。希臘哲學家提奧夫刺斯塔（Theophrastus）於西元三一五年所著書中，謂有一種土質而能燃之物質，鐵匠用之云云，其爲指煤無疑。惟用煤普及之時，當在第十三世紀以降。其時英之蘇格蘭、威爾斯等處，產煤最盛。美爲新進之國，故其用煤之時代甚近。第十六世紀之中葉，始知伊里諾斯

(Illinois) 河附近產煤。至一七五〇年，維基尼阿 (Virginia) 省煤礦經人開採。後五年而有俄亥俄 (Ohio) 省煤礦之發現。洎乎汽機發明，冶金術進步，於是煤遂爲工業上之要品，而不可一日或缺矣。



## 第二章 煤之性質

### 第一節 煤之化學性質

煤之主要成分，爲碳氫氮三者，其次則爲氧硫及各種雜質。各原質化合之法，甚爲複雜，故常有原質之成分相同，而其質性大異者。煤中所含影響於其性質之物質有四，即揮發物，固定碳，灰分，及水分是也。將煤熱至攝氏溫度一〇五至二二〇度間，則大部水分，皆能驅出。若將其悶燒於鉚鍋中至高熱，則其中揮發物將盡去，而留一凝固之煤塊，名曰焦煤；更將其燃燒於空氣中，則焦煤化去，而留灰分。從一〇〇中減去灰分及揮發物之比量，則爲固定碳之比量。固定碳與揮發物，總稱曰燃燒體。二者之比，謂之煤之燃燒率 (fuel ratio)。

就煤中各原質分析而表以百分數者，曰原質分析 (ultimate analysis)，祇分揮發物，灰分等

而不究其原質者，曰合質分析 (proximate analysis)。

各原質在煤中組合之法，屢經學者研究，尙未大明。同一成分往往因組合相異，而其性大歧，故祇恃原質分析，常不能將煤分類。例如有煤兩種，其原質分析結果，如下表所列。

| 煤之種類 | 碳(百分數) | 氫(百分數) | 氮硫(百分數) |
|------|--------|--------|---------|
| 甲種   | 八八·三八  | 四·四二   | 七·二〇    |
| 乙種   | 八八·四八  | 四·四一   | 七·二〇    |

此二種煤之成分極相似，然甲煤之發熱量約九一一七卡路里，（表示熱量之單位，詳後）含固定碳八一·〇〇%，揮發物一九·〇〇%；乙煤之發熱量則爲九六二〇卡路里，固定碳九〇·八八%，揮發物九一·二%。相差甚大也。

雖然，就大致言，原質分析與合質分析之結果，亦常相合。碳少氮多之煤，其揮發物必多；無煙煤含碳最多，氮最少，故其揮發物亦最少。

茲將煤中各質，依次略述其性質如下：

(一) 碳、氫、氮、氧 碳、氫、氮三者，為煤中主要成分，亦為煤中變遷最著之原質。其種類與性質，幾無不視此三者之比例為轉移。煤由古代植物變化而成，已經世界學者公認。惟植物成分，氫氮多而碳少，其能變成煤者，實由於逐漸碳化，即謂氫氮逐漸揮發，碳遂比較加多。碳化作用，既漸次進行，故其間常有無數中間分子。證之天然界，煤之種類繁多，自泥煤以至無煙煤。其碳質之漸增，與氫氮之漸減，適相吻合。下表即示此關係之一斑。

| 物 質 | 碳(百分數) | 氫(百分數) | 氮(百分數) | 氧(百分數) |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| 木   | 五〇     | 六      | 四三     | 一      |
| 泥煤  | 五九     | 六      | 三三     | 二      |
| 褐煤  | 六九     | 五·五    | 二五     | 〇·八    |
| 煙煤  | 八九     | 五·〇    | 一三     | 〇·八    |

|     |    |     |     |    |
|-----|----|-----|-----|----|
| 無煙煤 | 九五 | 二·五 | 二·五 | 微量 |
|-----|----|-----|-----|----|

如碳化更深，則無煙煤可變至筆鉛，（此由變質作用所成，）其全體幾皆為碳質。

煤含氫質甚少，煙煤中約含一至二%，無煙煤則尤少。其量雖寡，而全球阿莫尼亞之產額，其九五%，皆自此提煉而出。考植物成分，含氫極少，故大部之氫，當屬自動物腐爛變化而加入也。

（二）硫 煤中含硫雖少，而實為有害成分之一。煙煤含硫約一·三至一·五%，無煙煤則尤少。多硫之煤，有妨實用。考硫之存在方式有三：（一）硫化物，（二）有機物體，（三）硫酸鹽。其中以硫化物為最多，普通為黃鐵礦（pyrite）及白鐵礦（marcasite）。或成塊核，或成細粒。有機體亦極重要，有多至二%者。硫酸鹽係由煤中硫質受侵蝕而成，最普通者為硫酸鈣。

硫之影響於煤者甚大，此在用煤於冶金者為尤甚。蓋硫易混入金屬故也。故去硫之道，為冶金家之要圖。煤之常需洗選，俾去硫質者，半由於此。黃鐵礦及硫之有機物，燃時皆發多量之熱。惟硫酸鈣則非特能發熱，且須吸熱，以助其分解。

(三) 灰分 煤經完全燃燒後，所餘之質，名曰灰分。其成分不外鋁、鐵、鎂等之矽酸物及氟化物。考其來源，大半為煤層以外之雜質，如頁岩、粘土、砂質、石灰岩等。或成狹層，與煤相間；或則採煤時未經細選，致雜石質；更有為地內溶液，流過煤層而沉澱者，如方解石脈等。其由原來植物內所遺傳之質，殊為少量。植物含鉀，煤中竟絕無僅有，此或由碳化時，鉀能氟化故耳。

煤中灰量，變遷甚著。最純之煤，含灰在二%以下，劣者可達三〇%以上。大概層煤含灰多，塊煤含灰少。灰之成分，亦無一定，如下表所示：

| 煤之種類 | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | MnO <sub>2</sub> | SO <sub>2</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | N <sub>2</sub> O<br>及K <sub>2</sub> O | Cl   |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------------|------|
| 泥 煤  | 25.50            | 5.78                           | 18.70                          | 24.00 | 3.20 | —                | 7.50            | 2.56                          | 1.72                                  | 0.60 |
| 褐 煤  | 30.14            | 13.48                          | 11.70                          | 23.59 | 0.88 | 3.32             | 14.22           | —                             | —                                     | —    |
| 煙 煤  | 34.32            | 14.62                          | 22.94                          | 14.85 | 1.42 | 1.16             | 10.97           | —                             | —                                     | —    |

除以上各質外，灰分中有時亦含有有用金屬，如錳、鋅、鉛、鎢、金、鉬、鈳等質，量皆極微。美國歪俄明

(Wyoming) 省一煤礦，含金量至每噸值二金圓之多，殊爲例外。

灰於煤亦爲有害成分。不發熱量，一也。灰多則足閉塞火門而緩其燃燒之率，且清刷費時，二也。尤爲害者，若灰中多鐵鈣等質，則易熔而損爐灶，三也。煤之價值，普通視灰質之多少而定高下。惟易熔之灰，質量雖少而亦難實用。灰質之色，自淡黃而至褐紅。紅色爲多鐵之證。

(四) 氣體 煤中除固體物質外，又吸藏多量氣體，大部爲氫化氫氣，碳酸氣，及各種碳氫化合物，而尤以碳氫化合物中之沼氣( $\text{CH}_4$ )爲最多。此類氣體，在空氣中能逐漸揮發。以多氣之煙煤搗碎時，即可失其全體氣質約二五%。露置日久，則揮發愈多。惟至一定時間，(約自三月至十八月)即不復揮發矣。此種氣體，又易迸發而致爆烈。故含氣甚多之煤層，採礦時最爲危險。煤之含氣量，隨其種類而異。其性質又視其地之溫度壓力等而變遷，頗無一定也。

(五) 水分 煤中所含水分，可分二種：(甲) 水分混雜於煤質之罅隙中，露置空氣中，即易驅出，無須加熱。此類水量之多少，視煤之種類與其粗細而異。煙煤與屑煤，含之最多。無煙煤與塊煤最少。(乙) 水分與煤質組合極密，非置於極乾之空氣中或加熱者，不能去之。據學者研究，此類水分，當屬

膠狀體一類，褐煤及煙煤含一四至三〇%以上，無煙煤約含二%。以曬乾之煤屑，熱至攝氏溫度一〇五至二二〇度，則大部水分，即可驅出，此即普通分析表所列之水分。尚有一小部分，則非用高熱，不能去之。煤中水分過多，亦爲有害：量重則運費貴，一也；減低爐中之溫度，而使成多量之煙氣，二也；蒸發吸熱，能力遂減，三也；水分多之煤，大抵不能煉焦，四也。

(六) 磷及砒 煤含此二質極微。用作燃料時，無大影響，惟冶金業所用焦煤，不可含此。冶鐵之於磷，冶銅之於磷砒，其尤忌者也。

## 第二節 煤之發熱量

以一定之水，爲若干量之煤所熱，而昇高溫度一度，是爲熱量之單位。若以克 (gram) 爲衡，以攝氏計記溫度，則其熱量單位曰小卡路里，以尅 (kilogram) 爲衡，亦以攝氏計記溫度，則其熱量單位曰大卡路里。若以磅爲衡，以華氏計記溫度，則其單位熱量曰英熱量 (British thermal unit)，以 B. T. U. 表之。

然水之比熱，隨其溫度而異。故若無適當界限，則發熱量將無一定。通常皆以攝氏計十五度至十六度，或華氏計六十二度至六十三度左右為標準。

卡路里與英制之異點，在所用溫度計與衡量之不同。溫度及衡量之關係如下：

$$\text{攝氏一度} = \frac{9}{5} \times \text{華氏一度} \quad \text{或} \quad \text{華氏一度} = \frac{5}{9} \text{攝氏一度}$$

$$\text{一磅} = 453.6 \text{克} \quad \text{或} \quad 0.002204 \text{磅} = \text{一克}$$

故各種熱量單位之關係，可以下表之：

$$1 \text{ B. T. U.} = 453.6 \text{ 克} \times \frac{5}{9} \text{ 攝氏溫度} = 252 \times \text{小卡路里}$$

$$1 \text{ 小卡路里} = \frac{1}{252} \text{ B. T. U.} = 0.00396 \times \text{B. T. U.}$$

$$1 \text{ 大卡路里} = 3.968 \times \text{B. T. U.}$$

$$1 \text{ B. T. U.} = 0.252 \times \text{大卡路里}$$

燃煤時所發之熱，約等於其中碳氫硫諸質氧化所發之熱之和。而各原質燃燒所生之熱，既經



測定故已知一煤之原質分析，即可推算其發熱量。其法甚多，而以度隆公式 (Dulong's formula) 爲最要。其式如下：

$$\text{每克之發熱量(卡路里)} = 8080 \times \text{碳} + 34460 \times \left( \text{氫} - \frac{1}{8} \text{氧} \right) + 2250 \times \text{硫} \\ \text{每磅之 B. T. U.} = 14544 \times \text{碳} + 62028 \left( \text{氫} - \frac{1}{8} \text{氧} \right) + 4050 \times \text{硫}$$

雖然煤之成分複雜，至今未明，燃燒時之作用，尤難摸索。故欲依公式而求熱量，自難吻合。自測熱計 (calorimeter) 盛行後，計算法已不常用。惟化學家可恃之以校正其實測之結果，今故略述之耳。

發熱量之由計算或由測熱計實驗而得者，皆爲此煤之理想的熱量，而非其實用的熱量。例如煤在爐中燃燒，則因下述原由，所得熱量，必較理想者爲少。

- (一) 煤中常含水分，燃時蒸發，吸收一部之熱。
- (二) 燃後之產物，挾熱由烟肉而出。
- (三) 燃餘之空氣，亦能挾熱而出。