

# 机 器 学 基 礎

(下 冊)

夏 建 新 奚 紹 申 編

上海科学技术出版社

# 机 器 学 基 礎

(下 冊)

夏建新  
沈 嘉



上海科学技术出版社

## 內 容 提 要

本書承上册之後，講述蒸汽鍋爐設備、蒸汽机、汽輪机、內燃机及燃氣輪机等的基本原理及計算方法，並介紹其实际構造。

本書可供中等技術學校及大專非机械系科作為教學用書，亦可供中初級技術人員自修參考之用。

## 机 器 学 基 礎

(下 册)

夏建新 奚紹申編

沈嘉猷校閱

\*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市書刊出版业營業許可證出083号

上海新华印刷厂印刷 新华書店上海發行所總經售

\*

开本 787×1092 耗 1/27 印張 11 1/3 插頁 2 字數 202,000

(原中科、科技版共印 11,810 册)

1959年4月新1版 1959年4月新1版第1次印刷

印數 1—10,000

統一書号：15119·12

定价：(十四) 1.60 元

# 目 錄

## 第三篇 燃料和鍋爐設備

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 第十七章 燃料                                    | 279 |
| 17-1 燃料的種類及其成因                             | 279 |
| 17-2 燃料的成分                                 | 280 |
| 17-3 燃料的熱值                                 | 183 |
| 17-4 我國的燃料及燃料工業概況                          | 286 |
| 第十八章 燃料的燃燒過程                               | 290 |
| 18-1 燃料的燃燒過程                               | 290 |
| 18-2 燃燒產物的成分                               | 292 |
| 18-3 過剩空氣係數的計算                             | 295 |
| 18-4 燃燒產物容積的計算                             | 295 |
| 18-5 燃燒產物和空氣的焓(熱含)                         | 297 |
| 第十九章 鍋爐設備及其工作的概念                           | 301 |
| 19-1 鍋爐設備的用途及類型                            | 301 |
| 19-2 鍋爐設備的主要組成部分                           | 302 |
| 19-3 鍋爐整體的基本特性                             | 305 |
| 19-4 鍋爐整體的效率                               | 307 |
| 19-5 機械不完全燃燒熱損失和化學不完全燃燒熱損失, 四周幅射散熱損失, 爐子效率 | 308 |
| 19-6 烟氣帶走的熱損失和鍋爐整體的熱平衡                     | 310 |
| 19-7 理論燃燒溫度和水冷壁                            | 314 |
| 19-8 鍋爐整體受熱面的計算                            | 317 |
| 第二十章 蒸汽鍋爐的實際構造                             | 321 |
| 20-1 簡單蒸汽鍋爐的構造                             | 321 |
| 20-2 火管鍋爐和煙管-火管組合鍋爐                        | 326 |
| 20-3 聯箱式水管鍋爐                               | 328 |
| 20-4 無聯箱式水管鍋爐                              | 334 |
| 20-5 單流式鍋爐                                 | 344 |
| 20-6 高壓鍋爐                                  | 346 |
| 第二十一章 爐                                    | 349 |
| 21-1 火床固定的爐                                | 349 |
| 21-2 火床移動的爐                                | 354 |
| 21-3 固體燃料用的室爐                              | 363 |
| 21-4 液體和氣體燃料用的室爐                           | 370 |

## 第二十二章 過熱器、省煤器、空氣預熱器和鍋爐的輔助設備 373

|                   |     |                               |     |
|-------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 22-1 過熱器.....     | 373 | 22-5 輸汽管.....                 | 379 |
| 22-2 省煤器.....     | 374 | 22-6 給水裝置和給水準備.....           | 381 |
| 22-3 空氣預熱器.....   | 377 | 22-7 燃料的儲存和運送以及灰渣<br>的排除..... | 383 |
| 22-4 通風和鼓風設備..... | 377 |                               |     |

## 第二十三章 鍋爐設備的運用..... 385

|                             |     |                                  |     |
|-----------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 23-1 鍋爐設備的運用規則.....         | 385 | 23-3 提高蒸汽生產率和鍋爐設備<br>經濟性的方法..... | 387 |
| 23-2 鍋爐設備運行的技術經濟指<br>標..... | 386 |                                  |     |

## 第四篇 蒸汽機

## 第二十四章 蒸汽機的工作過程..... 389

|                               |     |                     |     |
|-------------------------------|-----|---------------------|-----|
| 24-1 蒸汽機發展簡史.....             | 389 | 24-6 指示功率和有效功率..... | 397 |
| 24-2 簡單蒸汽機的構造和工作原<br>理.....   | 391 | 24-7 實際蒸汽機中的損失..... | 399 |
| 24-3 蒸汽機的理論示功圖和實際<br>示功圖..... | 393 | 24-8 減少內部熱交換損失的方法   | 401 |
| 24-4 示功器的工作原理和實際構<br>造.....   | 395 | 24-9 蒸汽機的效率.....    | 404 |
| 24-5 平均指示壓力.....              | 396 | 24-10 蒸汽機的耗汽量.....  | 407 |
|                               |     | 24-11 凝結乏汽的目的.....  | 408 |
|                               |     | 24-12 凝汽器的工作原理..... | 408 |
|                               |     | 24-13 乏汽的利用.....    | 410 |

## 第二十五章 蒸汽機的蒸汽分配和功率調整..... 411

|                 |     |                  |     |
|-----------------|-----|------------------|-----|
| 25-1 滑閥式配汽..... | 411 | 25-5 雙滑閥.....    | 416 |
| 25-2 平滑閥.....   | 411 | 25-6 挺閥式配汽.....  | 417 |
| 25-3 圓柱形滑閥..... | 415 | 25-7 蒸汽機的調整..... | 418 |
| 25-4 雙進汽滑閥..... | 415 |                  |     |

## 第二十六章 蒸汽機的實際構造..... 423

|                      |     |                       |     |
|----------------------|-----|-----------------------|-----|
| 26-1 蒸汽機的分類.....     | 423 | 26-4 固定式鍋駝機.....      | 425 |
| 26-2 立式單缸單脹式蒸汽機..... | 424 | 26-5 移動式鍋駝機.....      | 428 |
| 26-3 臥式複脹式蒸汽機.....   | 425 | 26-6 機車蒸汽機和船用蒸汽機..... | 429 |

## 第五篇 汽輪機

## 第二十七章 蒸汽和氣體的流動..... 433

- |                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| 27-1 氣體的流速..... 433 | 27-3 臨界壓力比和臨界速度..... 437         |
| 27-2 氣體的流量..... 436 | 27-4 應用 $s$ - $i$ 圖計算噴管..... 440 |

## 第二十八章 汽輪機的基本概念和工作過程..... 445

- |                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| 28-1 汽輪機的概念..... 445      | 28-8 壓力級的葉片效率..... 461           |
| 28-2 衝擊式汽輪機..... 446      | 28-9 汽輪機的內部過程、損失和效率..... 463     |
| 28-3 速度級..... 448         | 28-10 汽輪機的蒸汽消耗量及其隨負荷的變化..... 466 |
| 28-4 反擊式汽輪機..... 450      | 28-11 汽輪機功率的調整方法..... 469        |
| 28-5 合併式汽輪機..... 452      |                                  |
| 28-6 汽輪機噴管中的工作過程..... 454 |                                  |
| 28-7 蒸汽在葉片上所作的功..... 458  |                                  |

## 第二十九章 汽輪機的實際構造..... 476

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 29-1 汽輪機的分類..... 476         | 缸凝汽式衝擊汽輪機..... 486                |
| 29-2 蘇聯汽輪機製造發展的概況..... 479   | 29-6 50,000 瓩的中間撤汽式雙缸汽輪機..... 488 |
| 29-3 帶速度級的單葉輪衝擊式汽輪機..... 480 | 29-7 100,000 瓩的雙缸高壓汽輪機..... 490   |
| 29-4 中型凝汽式多級衝擊汽輪機..... 483   | 29-8 汽輪機的凝汽設備..... 489            |
| 29-5 50,000 瓩、3,000 轉/分的單    |                                   |

## 第三十章 蒸汽輪電力站..... 495

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| 30-1 熱力設備的概念..... 495      | 30-4 我國電力工業的概況和發展遠景..... 500 |
| 30-2 蒸汽輪電力站的設備..... 496    |                              |
| 30-3 電力站運行的技術經濟指標..... 498 |                              |

## 第六篇 內燃機

## 第三十一章 內燃機的工作過程..... 504

- |                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| 31-1 內燃機的工作原理..... 504 | 31-4 四衝程內燃機的工作原理及壓縮比..... 511 |
| 31-2 內燃機的發展簡史..... 505 | 31-5 增壓進氣法的應用..... 513        |
| 31-3 內燃機的理論循環..... 507 |                               |

|                                      |     |                              |     |
|--------------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| 31-6 二衝程內燃機的工作原理及<br>壓縮比.....        | 514 | 31-11 內燃機的指示功率.....          | 520 |
| 31-7 二衝程機與四衝程機的比較                    | 517 | 31-12 內燃機的有效功率.....          | 521 |
| 31-8 可燃混合物的各種形成法..                   | 518 | 31-13 內燃機的熱平衡.....           | 522 |
| 31-9 內燃機的各種點火法.....                  | 519 | 31-14 內燃機的指示效率及有效效<br>率..... | 523 |
| 31-10 低壓縮、高壓縮、四衝程及二<br>衝程內燃機的示功圖.... | 520 | 31-15 耗燃率.....               | 525 |
|                                      |     | 31-16 利用廢氣熱的方法.....          | 526 |

### 第三十二章 內燃機的實際構造..... 528

|                      |     |                                             |     |
|----------------------|-----|---------------------------------------------|-----|
| 32-1 內燃機的分類.....     | 528 | 32-10 煤氣發生爐.....                            | 550 |
| 32-2 內燃機的主要部件.....   | 529 | 32-11 低壓縮比的煤氣機.....                         | 552 |
| 32-3 潤滑系統和冷卻系統.....  | 532 | 32-12 高壓縮比的煤氣機及液體燃<br>料發動式煤氣機.....          | 553 |
| 32-4 起動系統.....       | 532 | 32-13 液體燃料內燃機改用氣體燃<br>料及其在國民經濟上的意<br>義..... | 554 |
| 32-5 內部混合的內燃機裝置....  | 533 | 32-14 內燃機的應用.....                           | 555 |
| 32-6 壓氣機式狄賽爾機.....   | 533 |                                             |     |
| 32-7 無壓氣機式狄賽爾機.....  | 535 |                                             |     |
| 32-8 熱球式內燃機(石油機).... | 544 |                                             |     |
| 32-9 化油器式內燃機.....    | 546 |                                             |     |

### 第三十三章 燃氣輪及透平反擊式發動機..... 557

|                              |     |                     |     |
|------------------------------|-----|---------------------|-----|
| 33-1 燃氣輪的一般概念及其初期<br>發展..... | 557 | 環.....              | 558 |
| 33-2 燃氣輪的工作過程及工作循<br>環.....  | 557 | 33-3 燃氣輪的基本構造.....  | 562 |
|                              |     | 33-4 透平(輪機)反擊式發動機.. | 565 |

### 習題.....567

# 第三篇

## 燃料和鍋爐設備

### 第十七章

#### 燃 料

**17-1 燃料的種類及其成因** 燃料在自然界裏按其物理狀態可分為固體燃料、液體燃料和氣體燃料三種。每種燃料又各分為天然燃料和人造燃料二類，前者是自然界裏的現成燃料而後者則由人工製備而成。

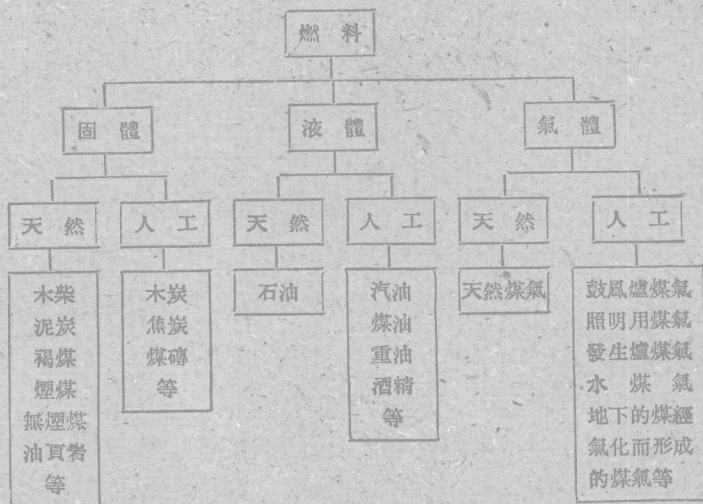


圖 17-1 燃料的主要種類

依據其成因及物理狀態，各種不同的燃料可以分類如圖 17-1 所示。

轉化學說是公認的燃料成因學說。根據這種學說，泥炭、褐煤、烟煤和無烟煤都是由同一種原料即纖維組織經過複雜的物理和化學過程而形成。由於在這種過程中，碳的含量逐漸增長，所以這種過程叫做碳化過程。

燃料好像是一種太陽能的儲藏器，當燃料燃燒時，太陽能就轉變成熱能。

**17-2 燃料的成分** 我們對被使用的燃料，通常叫做工作燃料。工作燃料的組成成分中包括下列幾種元素：碳(C)，氫(H)，氧(O)，氮(N)，硫(S)以及灰份(A)和水份(W)。

燃料中的可燃元素是碳、氫和揮發硫。通常揮發硫都用符號  $S_v$  來代表。

固體和液體工作燃料的組成成分用它的元素含量的重量百分數來表示。每一種組成成分用相當的化學符號及指數  $p$  (表示工作燃料) 來代表，例如碳的含量用  $C^p$ ，氫的含量用  $H^p$  來代表等。而硫的含量只指容易與燃料一起燒盡的揮發硫的含量。

$$C^p + H^p + O^p + N^p + S_v^p + A^p + W^p = 100\% \quad (17-1)$$

碳是每一種固體燃料和液體燃料的最重要組成成分，碳在燃料中與氧、氫、氮、硫和其他元素形成複雜的化學化合物。氫也是燃料中的一個重要部分。

氧在燃料中主要與可燃元素形成有機化合物。

氮在一般情況下是不可燃的。

硫在燃料中一般總是有害的，因為它的燃燒產物對於金屬部

分有破壞作用，並且對周圍的植物和動物有害。成硫酸鹽的非揮發硫在燃料中並不參與燃燒而仍然留在灰份中。

灰份是燃燒時由於燃料的不可燃礦物質所形成的固體殘餘物，灰份由氧化矽( $\text{SiO}_2$ )，氧化鋁( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )等所組成。

水份在工作燃料中是有害的，因為當燃燒而水份蒸發時要消耗掉熱量。

如果在燃料中除去水份，那麼我們就得到了所謂燃料的乾燥質(去水的燃料)。燃料乾燥質的組成成分用相當的化學符號附以指數  $c$  來代表。對燃料乾燥質來說，

$$C^c + H^c + O^c + N^c + S^c + A^c = 100\% \quad (17-2)$$

假如除去水份以外，同時還除去灰份，那麼剩下的就是燃料的可燃質(去水去灰的燃料)。燃料可燃質(用指數  $p$  來表示)的成分可用下列公式來表示：

$$C^p + H^p + O^p + N^p + S^p = 100\% \quad (17-3)$$

對每一種燃料來說可燃質的成分是固定不變的，它們不依燃料中水份和灰份的變動而有所變化，而燃料中水份和灰份的變動可能是非常大的。

在參考用的表格中，一般列入了下列幾項燃料的最重要特性：

- (1) 可燃質的平均成分；
- (2) 乾燥質中的灰份；
- (3) 工作水份。

將燃料乾燥質中的灰份含量百分數換算成工作燃料的百分數時，可以引用下列公式：

$$A^p = A^c \left( 1 - \frac{W^p}{100} \right) \quad (17-4)$$

將碳的含量自可燃質換算成工作燃料時則可引用下列公式：

$$C^p = C^e \left( 1 - \frac{W^p + A^p}{100} \right), \quad (17-5)$$

可燃質中其他成分的換算，則可用類似方法求得。

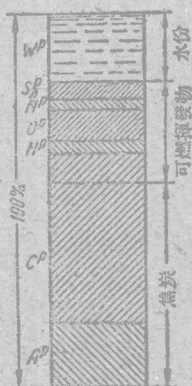


圖 17-2 燃料的組成成分簡圖

揮發物和固體殘餘物。在空氣不足的情況下加熱燃料時，燃料分解而放出氣體的產物即揮發物，揮發物由可燃的揮發氣體以及水蒸汽組成。在放出揮發物以後所剩下的固體殘餘物是焦炭（圖 17-2）。

可燃揮發物的量佔工作燃料（或燃料的可燃質）重量的百分數以及焦炭的品質是燃料的重要特性。

灰份開始變形的溫度、開始軟化的溫度和開始變成液體狀態的溫度也都很重要。按照這些溫度能斷定燃料的灰份在燃燒時的狀態。

氣體燃料的成分。氣體燃料是各種不同可燃氣體與不可燃氣體的混合物。這種混合物的成分一般都是按容積的百分數給出

表 17-1 某些可燃氣體的特性

| 氣體種類             | 成分按容積計 (%) |                |                 |                               |                 |                |                | 低熱值 $Q_p^*$<br>(大卡/標準<br>立方公尺) |
|------------------|------------|----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------------------|
|                  | CO         | H <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> |                                |
| 天然煤氣和石油提煉煤氣..... | 0-1.5      | 0-30           | 10-95           | 1-20                          | 0-10            | 0-7            | 0.1-10         | 7,000-13,000                   |
| 煉焦煤氣.....        | 5-10       | 48-55          | 10-25           | 1.5-3                         | 2-4             | 0.1-1          | 5-10           | 3,800-4,500                    |
| 照明用煤氣.....       | 4-12       | 42-53          | 27-30           | 3-6                           | 0.5-3           | 0.1-1          | 1-8            | 4,200-5,000                    |
| 木柴發生爐煤氣..        | 13-18      | 9-15           | 2.5-3.5         | 0.1-0.5                       | 10-13           | 0.5-0.8        | 53-58          | 1,000-1,150                    |
| 無煙煤發生爐煤氣         | 25-28      | 12-16          | 1-2.5           | —                             | 3-6             | 0.5-0.8        | 50-58          | 1,100-1,250                    |
| 鼓風爐煤氣.....       | 26-33      | 1-3            | 0.2-0.5         | —                             | 7-12            | —              | 57-60          | 900-1,000                      |

的。表 17-1 所列是某些可燃氣體的特性。

偉大的俄國學者門德列也夫曾經提出了直接在地下層進行煤的氣化，以免除採煤的麻煩手續。這個概念得到列寧的很高的評價。目前在蘇聯正在試驗地下氣化的一些設備。烟煤地下氣化所得到的煤氣，其成分接近於發生爐煤氣。

**17-3 燃料的熱值** 固體燃料和液體燃料的熱值乃是 1 公斤這種燃料在完全燃燒時所放出的熱量大卡數。

氣體燃料的熱值是對標準狀態下 1 公尺<sup>3</sup> 的氣體而說的。

考慮到因蒸發燃料中所含有的水份及由於氫的燃燒結果產生的水份所消耗的熱量而測定的熱值叫做低熱值  $Q_n^p$ 。

不考慮蒸發水份所消耗的熱量而測定的熱值叫做高熱值  $Q_g^p$ 。

固體燃料和液體燃料的這兩種熱值，其相互之間的關係如下：

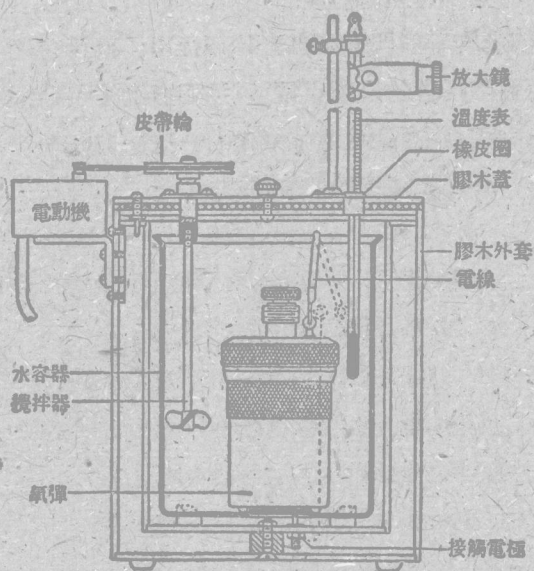
$$Q_n^p = Q_g^p - 6(9H^p + W^p) \text{ 大卡/公斤,} \quad (17-6)$$

式中： $H^p$ ——工作燃料中的氫的含量百分數；

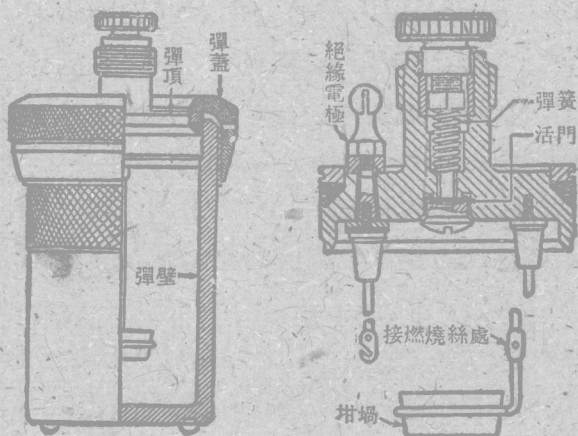
$W^p$ ——工作燃料中的水份含量百分數。

高熱值與低熱值的區別在於水份蒸發的汽化熱，當將汽化熱計入燃料的熱值中時即得高熱值。在實際情況下，燃料燃燒後所產生的燃燒產物在烟道和烟筒中的溫度常高於其中水汽的露點，這就是說蒸汽的潛熱可以利用的機會不多，所以一般我們多以低熱值  $Q_n^p$  作為計算的標準。

固體或液體燃料熱值的測定。燃料的最精確的熱值是將燃料試樣放在特殊的量熱器（圖 17-3a）中，使其在壓縮氧氣下燃燒而測定的。量熱器的主要部分是一個用水圍着的氧彈（圖 17-3b）。氧彈內充滿以 25 剩餘大氣壓的氧氣。燃料的試樣用電流來點火



(a)



(b)

圖 17-3 氧彈量熱器

燃着。在燃燒時所放出的熱量被量熱器中的水所吸收，而這個熱量也就可以量得。由於試樣在燃燒時所形成的水蒸汽凝結並將其汽化熱放給量熱器的水，因而根據氧彈量熱器試驗數據而測定的為燃料試樣的高熱值。但是必須指出的是，試驗時由於在氧彈中形成硫酸和硝酸的結果，因此，氧彈量熱器所測得的熱值比燃料的高熱值  $Q_H^p$  稍大一些。

在已知了燃料的成分以後，燃料的熱值也可以按下列的門德列也夫經驗公式來計算：

$$Q_H^p = 81C^p + 246H^p - 26(O^p - S_2^p) - 6W^p \text{ 大卡/公斤。} \quad (17-7)$$

為了使各種不同燃料的消耗量互相得以比較起見，我們引用了一種所謂「標準燃料」的概念，其熱值等於 7,000 大卡/公斤。某一種燃料在換算成標準燃料的消耗量時應當乘以  $\frac{Q_H^p}{7,000}$ 。

【例題 1】某種煤的成分如下： $C^p = 29.41\%$ ， $H^p = 2.2\%$ ， $S_2^p = 2.59\%$ ， $N^p = 0.57\%$ ， $O^p = 9.13\%$ ， $W^p = 32.5\%$ 。試按門德列也夫公式求其低熱值。

【解】

$$\begin{aligned} Q_H^p &= 81C^p + 246H^p - 26(O^p - S_2^p) - 6W^p \\ &= 81 \cdot 29.41 + 246 \cdot 2.2 - 26 \cdot (9.13 - 2.59) - 6 \cdot 32.5 \\ &= 2,558 \text{ 大卡/公斤。} \end{aligned}$$

折算水份  $W^n$  和折算灰份  $A^n$ 。在熱工中我們往往採用所謂折算水份和折算灰份的概念。這種概念是把有關燃料的灰分特性以 1,000 大卡的低熱值的百分數來表示：

$$W^n = 1,000 \cdot \frac{W^p}{Q_H^p} \% ; \quad (17-8)$$

$$A^n = 1,000 \cdot \frac{A^p}{Q_H^p} \% . \quad (17-9)$$

### 17-4 我國的燃料及燃料工業概況

煤 我國是世界上很早就發現了煤和利用了煤的國家。在漢代就開始用煤，前漢書地理志中所記「豫章郡出石，可燃為薪」。這裏所指的石就是我們現在所說的煤。北魏酈道元著的「水經注」一書中說：鄴縣（今河北臨漳一帶）冰井台有井深十五丈，裏面藏着石炭（煤），很經燃，一下子燒不盡。臨漳一帶直到今天仍是產煤的地區，水經注上這一段記載，顯然是可信的。在初唐晉州（今山西臨汾縣）一帶，民間已用煤作燃料。不過當時煤的採掘和使用還不普遍，到了宋代才發展起來。北宋時煤礦以山西開採得最多，懷州（今河南沁陽縣）出的煤多運到開封作燃料，徐州出的煤多作冶鐵之用。宋代採煤事業已經成為像鹽、鐵那樣主要的事業，官辦和私營的全有。元代和明代時，煤的使用便更加廣泛了。元代時曾在中國做官的意大利人馬可孛羅在他關於東方的游記中曾這樣寫過：「中國的燃料不是木也不是草，却是一種黑石頭」。由此可見我國那時用煤雖然已很普遍，而在歐洲人看來，拿煤作燃料却還是件很新鮮的事情。

我國的煤田分佈非常遼闊，在地區上也相當均勻，而且質量很好，煤種豐富，其中可以煉焦的烟煤佔了很大的比重，這是我國社會主義工業化的有利條件。至於我國煤的蘊藏量，根據解放以來的普查和勘探工作結果，我國地質工作者估計將近於一萬億公噸的數字，列於世界第三位。

1953 年的我國原煤產量已經超過歷史上的最高年產量，而在 1954 年達到 8199 萬噸，等於 1949 年的 2.6 倍。現在我國煤礦工業已經擁有大量的機械化設備，在 1953 年，全國煤礦採掘機械化的程度已達到 90% 以上。

我國東北區的煤礦大都集中在南部：有撫順、阜新、本溪、通化、賽馬等地；北部較少，有鶴崗、雞西、雙鴨、蛟河等礦。其中撫順礦是全國規模最大的一個。所產烟煤除作一般動力用燃料之外還可作人造石油的原料，與本溪的煤混合後可以煉焦。撫順煤層甚厚，便於開採，這裏有我國著名的露天礦。阜新在東北區是第二大礦，這裏所產的煤除一部分可用作人造石油的原料外，其他大部可用作燃料。1953 年完工的阜新海州露天礦是一個現代化的世界最大露天礦之一。

華北區的煤產量佔全國第二位，其中最大的是河北省東北部的開灤煤礦，產燃料用煤和煉焦用煤，為京、津、唐工業區主要動力燃料基地之一。山西省東北部的大同煤礦，儲量達 400 億公噸，是我國最大的煤田，煤層很厚，上部煤層宜作燃料，下部宜作煉焦用。華北區主要的煤礦還有河北省的峯峯、井陘（都產煉焦煤）和山西的陽泉（產無烟煤）等。

華東區中以安徽省北部的淮南煤礦為最大，解放後在這裏發現了新煤田——八公山煤田，儲量達 10 億公噸，其中有一半是煉焦用煤。山東省的礦很多，但都比較小，在膠濟綫南側的淄博煤礦出產無烟煤。

中南區有河南的焦作和江西的萍鄉、湖南的安化和河南的禹縣等地產烟煤和無烟煤。

西南區有重慶北面的天府煤礦等。

西北區的煤儲量很豐富，但煤礦工業並不發達，有陝西的銅川、蘭州附近的阿干鎮等地，解放後在新疆建立了一座機械化的露天礦。

內蒙區有扎賚諾爾和包頭附近的石拐溝等地。

表 17-2 所列是我國所產的一些烟煤的特性。

表 17-2 一些國產烟煤的特性

| 礦 名 | 成 分 (%)        |                |                |                |                |                |                  |                | 低熱值<br>(大卡/公斤)              | 焦炭的特性    |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|-----------------------------|----------|
|     | W <sub>P</sub> | V <sub>P</sub> | A <sub>P</sub> | C <sub>P</sub> | H <sub>P</sub> | N <sub>P</sub> | S <sub>P</sub> % | O <sub>P</sub> | Q <sub>u</sub> <sup>p</sup> |          |
| 大 同 | 2.89           | 26.89          | 11.27          | 74.00          | 4.76           | 1.14           | 1.07             | 4.81           | 6495                        | 膨脹, 粘結   |
| 開 灤 | 1.19           | 29.47          | 30.12          | 54.83          | 4.30           | 1.09           | 1.71             | 6.79           | 5296                        | 微膨脹, 粘結  |
| 撫 順 | 4.07           | 40.15          | 11.44          | 67.58          | 5.29           | 1.29           | 0.61             | 9.72           | 6621                        | 微膨脹, 微粘結 |
| 淮 南 | 3.16           | 20.71          | 23.00          | 61.75          | 4.48           | 1.13           | 0.52             | 5.96           | 5477                        | 不膨脹, 粘結  |
| 萍 鄉 | 2.53           | 25.96          | 20.94          | 66.87          | 4.17           | 1.39           | 0.25             | 3.85           | 6191                        | 不膨脹, 不粘結 |

附註: V<sub>P</sub> 是工作燃料的可燃揮發物成份

**石油** 約在公元前 200 年我國就已發現了石油; 漢書地理志所記「上郡高奴縣有澮水肥可燃」中, 所指高奴縣即今陝西的延長縣, 而所謂澮水肥可燃也就是現在我們所說的石油。我國天然石油的產地, 主要分佈在西北區, 甘肅玉門油礦是我國最大的天然石油產地, 解放以來, 這裏的石油工業有了很大的發展。其他天然石油產區有新疆烏蘇獨山子油礦 (中蘇合辦, 現已移交給我國) 和陝西的延長油礦。

我國的人造石油工業全部集中在東北區, 撫順是我國人造石油的產地, 利用油頁岩作原料經過乾餾以取得各種石油產品。撫順煤礦煤層的上面有着幾十億立方公尺的油頁岩, 這些油頁岩, 可使一座年產一百萬公噸的巨大煉油廠晝夜不停地生產一百多年, 所以在這裏製造人造石油不僅原料豐富而且成本較低。

石油的精煉產品是汽油、火油及柴油等輕級油料, 這些油料可作為各種內燃機的燃料。精煉後剩下來的較重部分叫做重油, 也稱燃料油, 可作為蒸汽鍋爐的燃料。對鍋爐來說, 用重油較用煤的優點是易於儲藏, 佔地小, 燃油的設備簡單且易於使用, 以及燃用