

# 工程热力学与机器学

(下 册)

上海动力机器制造学校

工程热力学与机器学学科委员会編譯

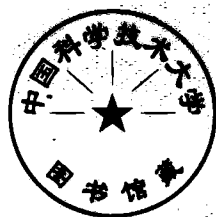
科学技術出版社

# 工程热力学与机器学

(下 册)

上海動力機器制造学校  
工程热力学与机器学学科委员会

編譯



科学技術出版社

## 內 容 提 要

本書根据苏联有关專書并結合我國实际教学需要編譯而成，分上下兩册出版。

本書上册包括兩篇，第一篇水力学、水泵与水力机械，以及附錄由史淦森編譯，童君昌、樓維秋二人校訂。第二篇工程热力学与傳热理論，由顧景賢、寶宏烈等人編譯。第三篇燃料和鍋爐裝置，第四篇蒸汽机，第五篇汽輪机，第六篇內燃机，第七篇燃气輪机与噴气發动机，第八篇热电站裝置，由茅錦柏、洪敏達二人翻譯，童君昌、樓維秋二人編訂。

本書供中等專業学校“工程热力学与机器学”課程教学参考之用。同时，也可作为高等工業学校非动力專業的有關課程教学参考之用。

## 工程热力学与机器学

(下 册)

編譯者 上海动力机器制造学校  
工程热力学与机器学学科委员会

\* -

科学技術出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市書刊出版业营业許可証出079号

华文印刷厂印刷 新华书店上海发行所总經售

\*

統一書号：15119·85

(原机電版印1,000册)

开本850×1168 紙1/32·印張6 1/18·字數170,000

1956年3月新1版

1958年7月第5次印刷·印数10,021—14,520

定价：(10) 1.20元

# 目 錄

## 第三篇 燃料和鍋爐裝置

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第一章 燃料及其性質</b> .....   | 237 |
| 1-1 燃料的分類 .....           | 237 |
| 1-2 燃料的成份 .....           | 237 |
| 1-3 燃料的熱值 .....           | 239 |
| 1-4 我國各種燃料的特性 .....       | 240 |
| <b>第二章 燃料的燃燒過程</b> .....  | 243 |
| 2-1 燃料的燃燒過程 .....         | 243 |
| 2-2 理論空氣需要量 .....         | 243 |
| 2-3 過量空氣係數 .....          | 244 |
| 2-4 氣體燃燒產物的成份 .....       | 245 |
| 2-5 烟氣的分析 .....           | 245 |
| <b>第三章 鍋爐裝置及其工作</b> ..... | 248 |
| 3-1 鍋爐裝置的功用和型式 .....      | 248 |
| 3-2 鍋爐裝置的組成部份 .....       | 248 |
| 3-3 鍋爐裝置的基本特性 .....       | 250 |
| 3-4 鍋爐裝置的效率 .....         | 252 |
| 3-5 爐的熱損失和爐的效率 .....      | 253 |
| 3-6 排出烟氣熱損失和鍋爐的熱平衡 .....  | 254 |
| <b>第四章 蒸汽鍋爐的裝置</b> .....  | 257 |
| 4-1 最簡單的蒸汽鍋爐的裝置 .....     | 257 |
| 4-2 火管式鍋爐和聯合式鍋爐 .....     | 261 |
| 4-3 大聯箱水管鍋爐和分聯箱水管鍋爐 ..... | 262 |
| 4-4 無聯箱的水管鍋爐 .....        | 266 |

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| 4-5 單流式鍋爐 .....                          | 270        |
| 4-6 高壓鍋爐 .....                           | 272        |
| <b>第五章 爐</b> .....                       | <b>275</b> |
| 5-1 具有固定燃料層的爐 .....                      | 275        |
| 5-2 具有可動燃料層的爐 .....                      | 279        |
| 5-3 適用於固體燃料的箱形爐 .....                    | 285        |
| 5-4 燃燒液體燃料和氣體燃料的箱形爐 .....                | 288        |
| <b>第六章 蒸汽過熱器、省煤器、空氣預熱器和鍋爐的輔助設備</b> ..... | <b>290</b> |
| 6-1 蒸汽過熱器 .....                          | 290        |
| 6-2 省煤器 .....                            | 291        |
| 6-3 空氣預熱器 .....                          | 292        |
| 6-4 送風和抽風裝置 .....                        | 293        |
| 6-5 蒸汽管路 .....                           | 294        |
| 6-6 給水裝置和水處理器 .....                      | 294        |
| <b>第七章 蒸汽鍋爐的運用</b> .....                 | <b>297</b> |
| 7-1 蒸汽鍋爐的運用規則 .....                      | 297        |
| 7-2 鍋爐裝置工作的技術—經濟指標 .....                 | 298        |
| 7-3 提高鍋爐裝置經濟性和蒸汽生產量的方法 .....             | 299        |

## 第四篇 蒸汽機

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>第一章 蒸汽機的工作過程</b> .....     | <b>301</b> |
| 1-1 蒸汽機的主要部份及其作用原理 .....      | 301        |
| 1-2 蒸汽機的發展簡史 .....            | 303        |
| 1-3 蒸汽機理論的和實際的示功圖 .....       | 304        |
| 1-4 示功器及平均指示壓力 .....          | 306        |
| 1-5 指示功率和有效功率 .....           | 308        |
| 1-6 蒸汽機的損失及減少這些損失的方法 .....    | 310        |
| 1-7 蒸汽機和蒸汽動力裝置的效率 .....       | 313        |
| 1-8 載荷變更時蒸汽機的耗汽量 .....        | 315        |
| 1-9 排汽的凝結 .....               | 316        |
| <b>第二章 蒸汽機的配汽和功率的調整</b> ..... | <b>318</b> |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 2-1 滑閥式配汽 .....         | 318        |
| 2-2 提閥式配汽 .....         | 322        |
| 2-3 蒸汽機功率的調整 .....      | 324        |
| <b>第三章 蒸汽機的結構 .....</b> | <b>327</b> |
| 3-1 蒸汽機的分類 .....        | 327        |
| 3-2 蒸汽機實例 .....         | 327        |

## 第五篇 汽輪機

|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| <b>第一章 汽輪機的基本概念與工作過程 .....</b>              | <b>334</b> |
| 1-1 汽輪機的發展簡史 .....                          | 334        |
| 1-2 衝動式汽輪機 .....                            | 336        |
| 1-3 工作轉輪最有利的圓周速度的決定 .....                   | 338        |
| 1-4 速度多級式汽輪機 .....                          | 340        |
| 1-5 壓力多級式汽輪機 .....                          | 341        |
| 1-6 反動式汽輪機 .....                            | 343        |
| 1-7 聯合式汽輪機 .....                            | 345        |
| 1-8 汽輪機中的損失、效率和汽耗 .....                     | 347        |
| 1-9 汽輪機的調速方法 .....                          | 350        |
| <b>第二章 汽輪機的結構 .....</b>                     | <b>354</b> |
| 2-1 汽輪機的分類 .....                            | 354        |
| 2-2 蘇聯汽輪機製造業的發展 .....                       | 356        |
| 2-3 我國汽輪機製造業的成長 .....                       | 357        |
| 2-4 單級汽輪機 .....                             | 358        |
| 2-5 速度多級衝動式汽輪機 .....                        | 359        |
| 2-6 聯合式汽輪機及其零件結構 .....                      | 360        |
| 2-7 JM3 AK-50-2 型 50000 瓩 3000 轉/分汽輪機 ..... | 363        |
| 2-8 汽輪機裝置的凝汽設備 .....                        | 365        |

## 第六篇 內燃機

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>第一章 內燃機的工作過程 .....</b> | <b>367</b> |
| 1-1 內燃機的發展簡史 .....        | 367        |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 1-2 四衝程發動機的工作過程 .....     | 368        |
| 1-3 二衝程發動機的工作過程 .....     | 370        |
| 1-4 混合劑形成和點燃法 .....       | 373        |
| 1-5 內燃機的指示功率和有效功率 .....   | 374        |
| 1-6 發動機的熱平衡、效率與燃料消耗 ..... | 376        |
| <b>第二章 內燃機的結構</b> .....   | <b>379</b> |
| 2-1 內燃機的分類 .....          | 379        |
| 2-2 發動機的基本組件 .....        | 380        |
| 2-3 內部混合劑形成式發動機的構造 .....  | 383        |
| 2-4 外部混合劑形成式發動機的構造 .....  | 390        |
| 2-5 內燃機的應用 .....          | 397        |

## 第七篇 燃氣輪機和噴氣式發動機

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b>第一章 燃氣輪機裝置的特徵及其發展簡史</b> ..... | <b>399</b> |
| <b>第二章 燃氣輪機裝置的主要設備</b> .....     | <b>403</b> |
| <b>第三章 閉式過程的燃氣輪裝置</b> .....      | <b>409</b> |
| <b>第四章 噴氣式發動機</b> .....          | <b>411</b> |

## 第八篇 熱電站

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 1 熱電站的一般概念 .....      | 413 |
| 2 熱電站的熱力裝置系統 .....    | 415 |
| 3 汽輪機電力站的設備 .....     | 417 |
| 4 電力站的技術—經濟工作指標 ..... | 419 |
| 5 蘇聯熱電站的發展 .....      | 421 |
| 6 我國熱電站的成長 .....      | 423 |

落下。在小球間的煤塊便被磨碎。所獲得的煤粉被通過磨粉機內的空氣流帶出。

在現代的裝置中，每座鍋爐都裝置獨立的磨粉機。這樣的系統稱為獨立式系統（表示於圖 5-16 中）。煤加入煤斗 1，然後在煤的重力作用下通過自動磅秤 2 進入餵煤器 3，此後進入磨粉機 4。煤粉和從空氣預熱器 14 送來的熱空氣混合和乾燥，自磨粉機進入分離器 5。較粗粒子在這裏分離出來並返回磨粉機再次磨碎，而達到一定細度的煤粉進入除氣器 6。煤粉在除氣器內利用閥 7 和 8 由空氣中分離出來，向下通入中間煤倉 9，這中間煤倉中具備着鍋爐工作 4-6 小時所需的煤粉儲量。煤粉自煤倉 9 依靠閥 10 和鼓風機 11 通向供粉至箱形爐 13 的噴射器 12。補助的（二次）空氣由空氣預熱器 14 中獲得。

煤粉爐的工作品質完全決定於噴射器的結構和它們的位置。噴射器應該保證輕煤粉和空氣良好地混合並使煤粉有足夠的時間停留於燃燒室內。因此應力求保證爐內煤粉和氣體作渦流運動（旋渦運動）。ЛККБ 型噴射器的渦流運動的簡圖表示於圖 5-17 中。

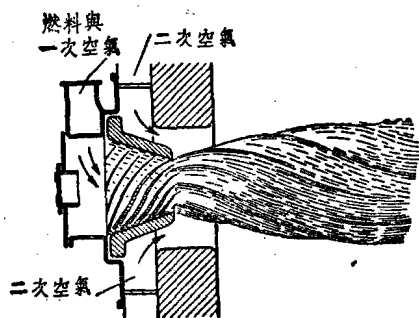


圖 5-17 ЛККБ 型渦流噴射器

在煤粉爐中，大部份的灰（約 80%）被帶進煙道和煙管中。飛灰帶入煙道將使受熱面積污和磨損，並且降低鍋爐工作的經濟性和可靠性。帶入煙管中的大部份飛灰在特殊的設備中——煙氣清濾器中把它自煙氣中分離出來。

煤粉爐的主要優點有下列幾個：

- 1) 保證煤粉與空氣良好地混合和燃燒，能夠增加輻射面；
- 2) 高的經濟性和可使用含灰較多的劣質煤；
- 3) 簡易而迅速地可根據載荷來調節爐的工作，且能完全自動化，生火與熄火簡化而迅速，相當簡便地自應用一種燃料改用為他種燃料；
- 4) 能適用於生產量達 200 噸/小時，以及甚至達 300 噸/小時的

大型鍋爐中。

燃燒粉末燃料的缺點：

- 1) 比煤層燃燒式爐有較高的設備費用；
- 2) 煤粉加工設備和清濾飛灰設備的複雜性和龐大性；
- 3) 擊碎和磨碎燃料的費用較大；
- 4) 煤粉爐有爆炸危險的可能性。

#### 5-4 燃燒液體燃料和氣體燃料的箱形爐

**燃燒液體燃料的爐** 燃燒液體燃料的爐沒有集渣斗。液體燃料(重油)呈霧狀在燃燒室中燃燒。液體燃料在噴嘴中藉助於蒸汽流、空氣流或採取機械的方法而霧化。應用蒸汽霧化的蘇哈夫型噴嘴結構表示於圖 5-18 中。重油沿着管子 1 流進噴嘴中，而後通過橫向孔 2 流入噴嘴閥蕊 4 的內部油道 3，並且自油道中(向左)流出，蒸汽經過管子

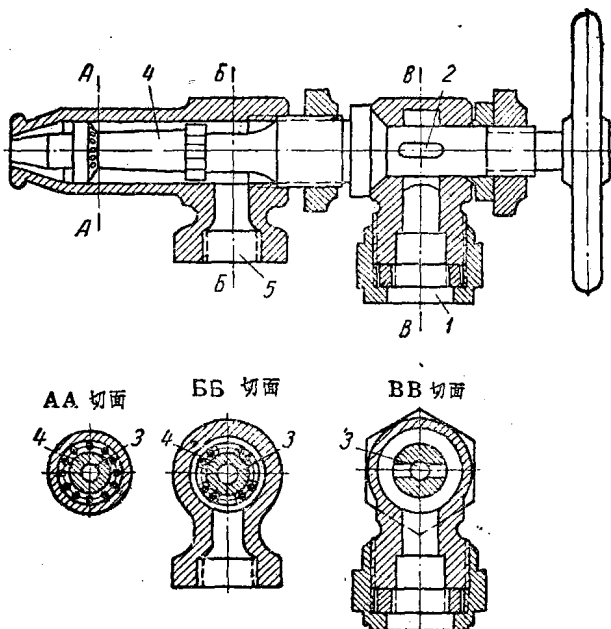


圖 5-18 蘇哈夫型噴嘴

5 通過閥蕊外圍並經過環形小孔而以很大的速度噴出，同時重油隨之被引出而霧化。最小的油滴開始汽化而燃燒。燃燒重油所需的全部空氣由噴嘴的周圍進入。

1 公斤重油所耗的蒸汽量為 0.3—0.4 公斤，蒸汽耗量大是這種噴嘴的嚴重缺點。

應用裝置於供給重油和蒸汽至噴嘴的管子中的小活門，來調節進入噴嘴中的燃料和蒸汽量。

蘇哈夫型噴嘴由於簡單和燃油霧化良好而獲得廣泛應用。在大型裝置中，採用比較經濟的機械式噴嘴。

重油依靠油泵在 5-12 大氣壓力作用下進入機械式噴嘴中。重油以很大的速度通過機械式噴嘴上小的排油口，分化為很多具有迴轉運動的微流噴入燃燒室。為了避免噴嘴閉塞和使重油能良好地霧化，故預先加熱重油並過濾之。此外，為了均勻地供油，便在油泵後裝置一個空氣室，因此它比採用蒸汽霧化時具有較複雜的裝置。

**氣體燃料的燃燒** 氣體燃燒時的主要問題，是使可燃氣體和空氣在氣體噴射器（圖 5-19）中獲得良好的混合。

可燃氣體沿着氣體管 1 進入噴射器的環形室 2，並通過孔 3 而流出，依靠旋渦狀葉片使可燃氣體 5 和由空氣室 4 送來的空氣流混合。獲得的氣體-空氣混合物通過噴出口 6 進入燃燒室。

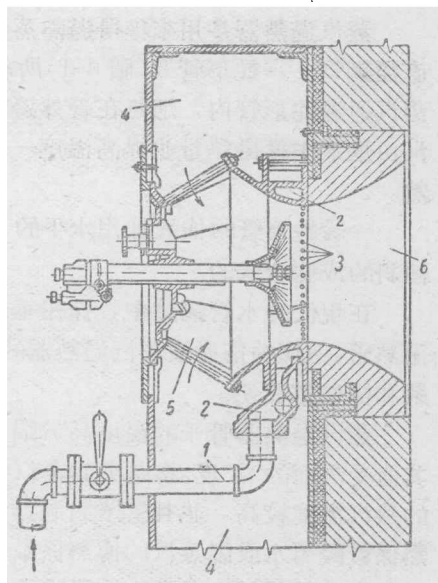


圖 5-19 用於氣體燃料的噴嘴

## 第六章

### 蒸汽過熱器、省煤器、空氣預熱器和鍋爐的輔助設備

#### 6-1 蒸汽過熱器

蒸汽過熱器是用來獲得過熱蒸汽。蒸汽過熱器是由幾列彎曲的小直徑鋼管——蛇形管 3 (圖 6-1) 所組成。蛇形管與集管 1 和 2 相聯。蒸汽通過蛇形管內；烟氣在管外邊加熱。蒸汽由烟氣中獲得熱量並提高溫度——因而過熱。

一般蛇形管的佈置採用水平的、垂直的、傾斜的或聯合式的。

在現代的水管鍋爐中，採用垂直佈置的過熱管，這樣的佈置使蒸汽過熱器的聯接、安裝和檢修都簡便。

蒸汽過熱器管子的溫度高於鍋爐本體中其他受熱面的溫度。這是因為蒸汽過熱器中的蒸汽溫度較高，並且管壁對過熱蒸汽的傳熱係數較對水或濕蒸汽的傳熱係數低些。所以蒸汽過熱器管子處於比較嚴重的條件下，甚至一旦過熱器管子太熱就能破壞——炸裂。

為了保證管子不過熱，蒸汽在過熱器管子的任一部份中的流動速度應該不小於 10—25 公尺/秒。

蒸汽過熱器按照特殊的佈置與集管相通，並採用節流圈的裝置，以使各管間蒸汽分佈均勻些。

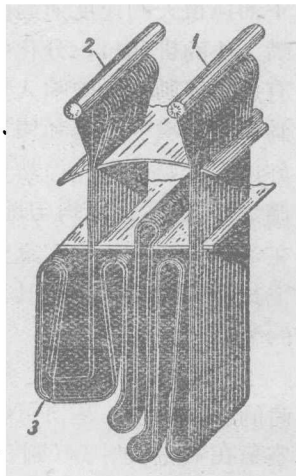


圖 6-1 過熱器結構簡圖

爲了避免蒸汽過熱管子的過熱，應該採用聯合式(圖 6-2)的連結，此時最危險的蛇形管進口部份(這裏有聚積鹽份的可能)和出口部份(具有最高的蒸汽溫度)，均在煙氣溫度不太高的區域內。

爲了安全地工作，蒸汽過熱器具有一些附屬設備：安全防險閥，蒸汽自過熱器排入蒸汽管中的閥和觀察過熱蒸汽溫度用的溫度表。

當鍋爐的蒸汽生產量增加時過熱溫度就增加，反之過熱溫度將降低，所以爲了限制蒸汽溫度的變化，必須有調節過熱度用的設備。當採用煙氣調節法時，迴轉閘門使加熱過熱器受熱面的煙氣數量改變。這方法由於閘門的工作不可靠，所以應用不廣。用蒸汽調節法時，利用特殊的蒸汽減熱器(噴射式或表面式)(參閱圖 4-12 和 4-15)以降低蒸汽的過熱溫度。

此外，在高壓鍋爐中應用輻射-對流式過熱器，當載荷增加時，在輻射-對流式過熱器中，過熱器輻射部分過熱的降低將抵償對流部分過熱的增加。

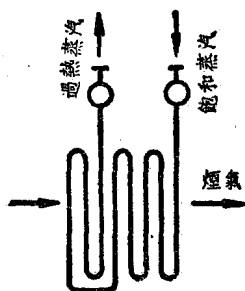


圖 6-2 過熱器聯合連結法

## 6-2 省煤器

利用鍋爐中煙氣加熱給水的受熱部份，稱爲省煤器。應用省煤器可提高鍋爐裝置的經濟性。應用省煤器能降低鍋爐裝置的成本，因爲它的受熱面比汽鍋的受熱面便宜，又減少汽鍋材料的熱應力，和汽鍋內形成積垢和生銹。

根據水的加熱程度而省煤器可分爲：沸騰式和非沸騰式。在非沸騰式省煤器中，從省煤器出來的水的溫度，低於沸騰溫度  $30-50^{\circ}$ ，在沸騰式省煤器中，水加熱到沸點溫度，並且有一部份(10—20%)已開始汽化。

當蒸汽壓力低於 22 大氣壓時，省煤器可用鑄鐵製成，當壓力較高時則應用鋼管。

鑄鐵省煤器由內徑約爲 100 公厘的管子做成。環片管省煤器(圖

6-3) 應用最廣，這種省煤器較輕及其管道暢通而緊湊。爲了使煙氣垂直地流過(一般是自上向下)，環片管省煤器的管子一般是水平地佈置着(圖 6-3, 6)。在這種場合下，將減少環片表面上的積灰。沉積的灰可利用蒸汽或壓縮空氣吹去。

鑄鐵的省煤器抗蝕性強，它允許用普通的給水，不必預先清除溶解於水中的氣體。這種省煤器普通應用於低壓和功率不大的鍋爐裝置中。

在鑄鐵的省煤器中，不允許產生汽化，因爲蒸汽將引起水力撞擊而能引起管子的破壞。

按照鍋爐安全監察規則，在鑄鐵的省煤器中應裝置安全防險閥，控制閘門，壓力表，溫度表，疏水考克和自動排汽設備。

鋼製的省煤器按照它的結構看來，好像是一個蒸汽過熱器。鋼製的省煤器裝置於蒸汽鍋爐後部的外磚牆內，它也是鍋爐裝置中不可分割的一部份。鋼製的省煤器不能很好地抵抗腐蝕作用，所以應該由給水中清除出溶解於其中的氣體(應該水處理)。

當煙氣與冷的管壁接觸時，爲了避免煙氣中含有的水蒸汽凝結，進入省煤器中的給水溫度應該相當高，因爲潮濕的管壁將引起金屬迅速地腐蝕。

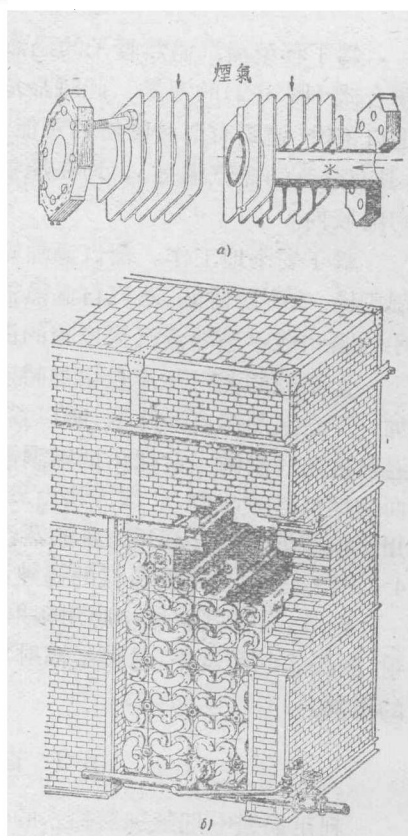


圖 6-3 環片管省煤器

## 6-3 空氣預熱器

應用熱的送風可促進濕燃料和多灰燃料的乾燥和着火。

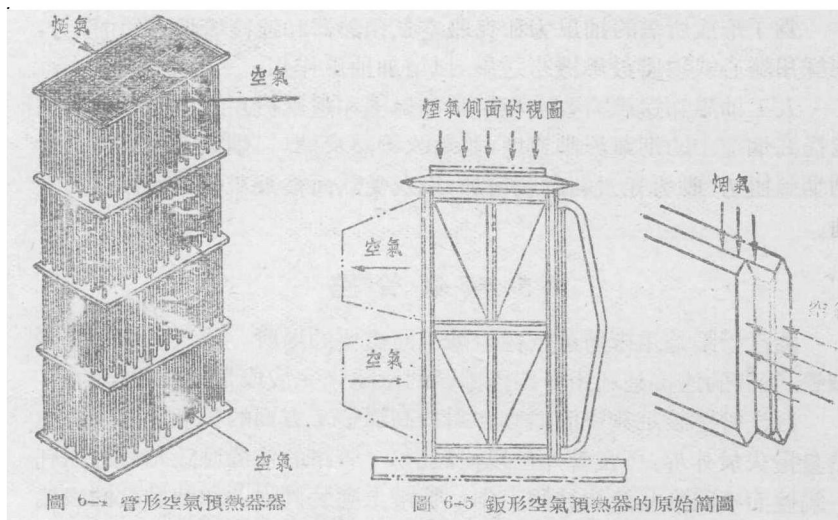
空氣預熱器乃是利用烟氣的餘熱加熱送風的熱交換器。

在鍋爐中，一般是用管子或鐵板做成的箱形空氣預熱器。

管形空氣預熱器是由一束直徑為 38—55 公厘的管子組成，烟氣在管子內通過，而管子間由空氣通過（圖 6-4）。管形空氣預熱器用上部的管鉗懸掛於支架上，或依靠於下部的管鉗上。

板形空氣預熱器是由幾塊鐵板組成，煙氣（垂直的方向）和空氣（水平的方向）相互交換地在鐵板之間的縫形槽道中流過（圖 6-5）。

現時板形空氣預熱器正被在運用上簡便而且比較緊湊的管形空氣預熱器所代替。



## 6-4 送風和抽風裝置

抽風一般有自然的和人工的二種。

自然抽風是利用外界空氣柱的重量和烟囱中熱煙氣柱的重量之間的差數產生的（圖 6-6）。當抽風時，烟囱內的煙氣壓力低於爐棚下面的空氣壓力。這壓力差值（稱為抽風力）使煙氣沿着鍋爐裝置的烟道流動。烟囱越高，烟囱內煙氣的溫度和周圍空氣的溫度（空氣的濕度也

有影響)的差值越大,那末抽風力越大。

自然抽風的主要優點是工作的可靠性和不消耗動力。但是自然抽風不適用於大型的鍋爐裝置;此外,自然抽風隨氣候條件而變化。

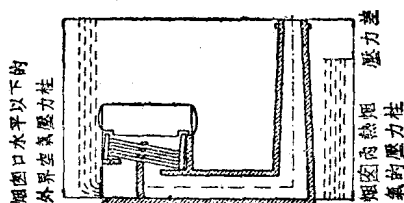


圖 6-6 煙道的工作圖

在所需的真空不可能由自然抽風來完成的場合下,使用人工抽風。當人工抽風時,一般應用抽風機來形成真空,抽風機由鍋爐中抽取煙氣(有時混有飛灰),並將它們排入大氣中。

爲了形成所需的抽風力和克服空氣預熱器和連接管道等的阻力,便採用離心式增壓鼓風機來送風,以增加抽風作用。

人工抽風和送風需要消耗帶動抽風機和送風機用的動力,然而它能提高煙道中的煙氣流動速度,並將改善熱交換。煙氣速度的增加受到煙氣阻力、動力耗量的急劇增加,以及受熱面被飛灰強烈的磨損的限制。

## 6-5 蒸氣管路

蒸汽管路是用來將蒸汽從鍋爐引向需要的場所。蒸汽管採用無縫鋼管,管間的連接是利用由螺栓擰緊的法蘭來完成或是銲接連接的。

蒸汽管應該足夠堅固結實和對於高溫變形方面的彈性。爲了防止熱量損失於外界,可在管外包以絕熱層。管路的佈置應該允許停用任一鍋爐而不間斷其餘鍋爐的工作,管路上應裝置附件和輔助設備以能保證可靠的工作、便於管理和修理。當確定蒸汽管的直徑時要採取蒸汽的流速,對於飽和蒸汽  $C=20 \div 30$  公尺/秒,對於過熱蒸汽  $C=30 \div 50$  公尺/秒。

## 6-6 給水裝置和水處理器

鍋爐給水由給水泵來供應:在小型裝置中——活塞式給水泵,在大型裝置中——離心式給水泵。有時採用汽流設備——噴射器。

爲了工作的安全性，鍋爐給水泵的給水量應該比鍋爐的最大蒸汽生產量大二倍。其中一半應該由蒸汽帶動的泵來獲得，另一半應由電力傳動的泵來完成。

鍋爐給水僅允許這樣的水：按專門的化學分析資料中規定的水。當用凝結水供給鍋爐時，它需要經過化學清除，或採用經過蒸餾後的水（蒸餾水）。

水的主要特性之一——水的硬性，它可判斷含於水中的主要沉積物的數量——鈣鹽（Ca）和鎂鹽（Mg）。水的硬性用硬度來測量。硬度 $1^\circ$ 就是在一公升水中含有10毫克氧化鈣（CaO）。現在蘇聯已定出新的硬度單位——每公升的毫克一當量（毫克-當量/公升），它是硬度的2.8倍。當水在汽鍋中汽化時，鈣鹽和鎂鹽以積垢形式沉積於汽鍋壁上，这样就惡化了熱交換並降低鍋爐的效率，嚴重的積垢會引起汽鍋壁過熱和炸裂。

當水的硬性由暫時硬性——含有碳酸根鹽和永久硬性——非碳酸根鹽二種形式構成時，碳酸鹽硬性由其中的重碳酸鹽  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  及  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  的含量決定，非碳酸鹽硬性由硫酸鈣、氯化鈣和氯化鎂的含量來決定。

除硬性外，水的品質由鹼性（同樣以毫克-當量/公升來測量）、總含鹽量、氧氣\*和其他氣體的含量、透明性（微粒的含量）和其他等來表明。

對30大氣壓的現代鍋爐，當給水含氧量不大於0.05毫克/公升時，它的給水總硬性應該不超過  $35 \frac{\text{微克-當量}}{\text{公升}} (\sim 0.1^\circ)$ 。90大氣壓或壓力更高的鍋爐，當給水含氧量不大於0.02毫克/公升時，它的給水的總硬性應該不大於  $10 \frac{\text{微克-當量}}{\text{公升}} (\sim 0.03^\circ)$ 。

天然水可先經過過濾器清除些機械混合物（微粒）。然後再進行蒸餾或軟化。

水的蒸餾是在蒸發裝置內進行，蒸發裝置的主要部份是蒸發器——水利用蒸汽熱量而蒸發的熱交換器。進入蒸發器的蒸汽稱為初蒸

\* 較高的氧含量能引起金屬腐蝕（侵蝕）。

汽，由蒸發器中得到的蒸汽稱為二次蒸汽，二次蒸汽由蒸發器進入凝汽器，轉變為蒸餾水。

化學軟化方法中的磺化處理法，在最近被廣泛地採用。

當用磺化處理時，水通過充滿磺酸劑\*的過濾器。在這裏，所有含於水中的很難溶解的鹽，能轉化為很易溶解的鹽。

為了保持鍋爐水中這些鹽溶液的規定濃度，正如已經指示的那樣：應用沖洗。磺酸劑過濾器工作若干小時後，必須恢復（再生）磺酸的軟化能力。其再生是藉助於食鹽溶液滲入磺酸劑的方法進行的。

給水的除氧（除去給水中的氧和其他氣體）可採取這樣的措施：加熱給水使其溫度趨近於  $100^{\circ}$ ，從而排除由水中分離出來的氣體。

---

\* 採用海礫石或硫化礫（濃硫酸作用過的褐煤）作為磺化劑。