

# 加熱爐用生鐵換熱器

Б. П. 捷賓科夫 著

唐帛銘 陳文修 譯

重工業出版社

# 加熱爐用生鐵換熱器

Б. П. 捷賓科夫 著

唐帛銘 陳文修 譯

重工業出版社

# 加熱爐用生鐵換熱器

Б. П. 捷賓科夫 著

唐帛銘 陳文修 譯

重工業出版社

本書係根據蘇聯建築出版社 (СТРОЙИЗДАТ) 出版的 В. П. 捷賓科夫 (В. П. Тебеньков) 所著“加熱爐用生鐵換熱器” (Чугунные рекуператоры для нагревательных печей) 1948 年版譯出。

本書敘述近代金屬換熱器的構造和它們的計算方法，以及換熱器的使用和安裝有關的知識。特別着重敘述生鐵針狀換熱器，它們是最有效和最耐久的。

本書供從事工業爐設計和操作的工程技術熱工工作者，以及爐子裝配工人參考之用。

В. П. ТЕБЕНЬКОВ  
ЧУГУННЫЕ РЕКУПЕРАТОРЫ  
ДЛЯ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Стройиздат (Москва 1948)

\* \* \*

加熱爐用生鐵換熱器

唐帛銘 陳文修 譯

重工業出版社 (北京西直門內三官廟11號) 出版  
北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

\* \* \*

重工業出版社印刷廠印

一九五五年七月第一版

一九五五年七月北京第一次印刷 (1—1,484)

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32} \cdot 47,000$  字  $\cdot$  印張  $2 \frac{1}{16}$   $\cdot$  定價 (9) 0.44 元

書號 0292

\* \* \*

發行者 新華書店

## 目 錄

|                        |    |
|------------------------|----|
| 引言.....                | 4  |
| I 空氣預熱的意義.....         | 6  |
| II 換熱器的構造.....         | 10 |
| III 換熱器的絕熱及防止過熱.....   | 37 |
| IV 換熱器尺寸的決定.....       | 39 |
| V 針狀換熱器計算實例.....       | 49 |
| VI 針狀換熱器操作的生產指標.....   | 55 |
| VII 換熱器的操作.....        | 57 |
| VIII 關於安裝換熱器的某些知識..... | 58 |
| IX 換熱器管子連接處的密封.....    | 60 |
| 參考文獻.....              | 63 |
| 名詞對照表.....             | 64 |

## 引 言

在我國的燃料平衡中，消耗於加熱工業爐的燃料佔有相當大的一部分。雖然加熱爐採用價格高的燃料如：重油、煤氣、烟煤，可是從熱工設備方面來看，這些燃料的熱效率是很低的，許多爐子的熱效率不超過 20—30%。

爲了比較起見，必須指出：同樣廣泛應用在工業方面的蒸汽鍋爐設備，雖然採用熱價值低的燃料，但其效率一般不低於 80%。

加熱爐熱效率之所以低，基本上是因爲離爐廢氣熱損失很大，這種熱損失有時達爐子總熱平衡的 50—60%。

提高爐子熱效率同時還節省燃料的較好方法是：將供燃燒燃料用的空氣在換熱器中預熱，使含於廢氣中的一部份熱返還於爐中。

在用純金屬製成的換熱器中，可預熱空氣至 300—400°C，節省燃料達 20%，有時可達 25%。

加熱爐中裝設耐火土質的和金屬的換熱器。

耐火土質換熱器有許多缺點。其中主要的如次：接縫的密封性小，故空氣和廢氣的容許壓力差不能超過幾個毫米水柱；傳熱係數小，因此換熱器的體積大（比金屬換熱器大 10—20 倍 [1] ①）；不堅固以及它們用於鍛造與壓延車間中對震動過於敏感；不能利用低溫度的燃料燃燒產物；差不多在所有情況下都須設置烟道等等。

耐火土質換熱器的唯一優點是：空氣在其中可預熱到很高的溫度（700—800°C）。可是在用耐熱金屬製造的金屬換熱器內，

① 譯者註：方括弧內的數字表示在本書之末的參考文獻索引。

空氣同樣能够預熱到上述的溫度，因此，耐火土質換熱器的這個優點，在很大的程度上已失掉了它的意義。現在耐火土質換熱器用於均熱爐和一些壓延用的連續加熱爐中。

金屬換熱器是堅固的，由於有法蘭盤，所以對於空氣和煤氣有充分的氣密性，而且輕便。全部構件能標準化可以組織大量生產並且用於任何類型的加熱爐。

由於金屬換熱器具有上述的優點，近年在工業方面它獲得了廣泛的應用。

因為在爐子上裝設了換熱器，促使每年節省了數十萬噸的標準燃料，提高了爐子的生產率和較廣泛的利用了地方性的燃料，因而具有巨大的國民經濟的意義，所以必須保證它們的大量生產和能够裝置在許多的爐子上。

---

## I 空氣預熱的意義

供燃燒用的空氣在換熱器中預熱時所節省的燃料，以含於離爐廢氣中的一部份物理熱返回於爐中，以及減少由於化學的和機械的不完全燃燒之熱損失為先決條件，同時也與燃料種類、離爐廢氣的溫度、以及空氣預熱的溫度有關。各種燃料節省的多少如圖 1, 2, 3 所示 [2]。

預熱後的空氣可改進燃燒過程，減低火焰的長度和燃燒產物中一氧化碳的含量。廢氣中每存在有 1% 的一氧化碳就相當於約 3% 的熱損失。

燃燒固體燃料時，一次空氣的預熱可減少由於機械的不完全燃燒之熱損失。蘇聯熱工設計局 (Теплостро́я) 曾以用庫茲涅茨和波果斯羅夫斯克的煤加熱的鍛造加熱爐進行過研究，確定了一次空氣預熱到 250°C 時，可減低灰渣中的可燃物到  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  [3]。

空氣預熱除了節省燃料外，並可提高燃燒溫度。這可由下式看出：

$$t_{\text{燃燒}} = \frac{H_H^p + \alpha V_B C_B t_B}{V_A C_A},$$

式中：  $H_H^p$ —燃料的低發熱量；

$\alpha$ —空氣過剩率；

$V_B$ —理論空氣量，米<sup>3</sup>/公斤（對於固體燃料和重油），  
或 米<sup>3</sup>/米<sup>3</sup>（對於氣體燃料）；

$C_B$ —空氣的熱容量，卡/米<sup>3</sup>度；

$t_B$ —空氣預熱的溫度，°C；

$V_A$ —燃燒產物的體積，對於固體燃料和重油為 米<sup>3</sup>/公斤，

對於氣體燃料爲  $\text{米}^3/\text{米}^3$ ;

$C_d$ —燃燒產物的平均熱容量, 卡/ $\text{米}^3$ 。

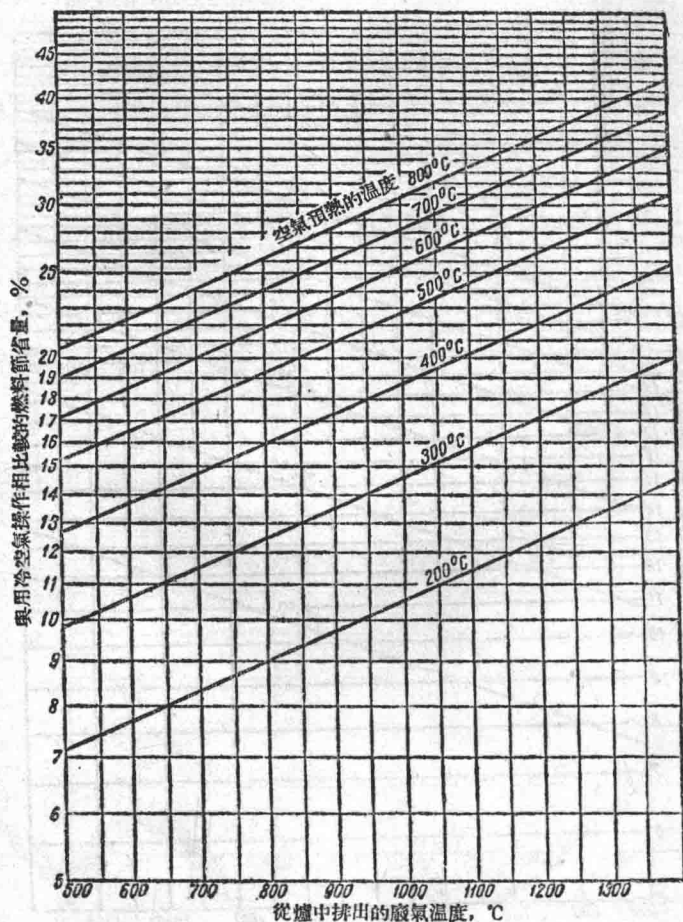


圖 1 用發生爐煤氣加熱的爐子當空氣預熱時燃料的節省

從上式還可看出：空氣預熱到一定的溫度數值時，並不能使理論的燃燒溫度增高到同樣的數值。

空氣預熱時燃燒溫度的增高，在燃燒低發熱量的燃料時具有

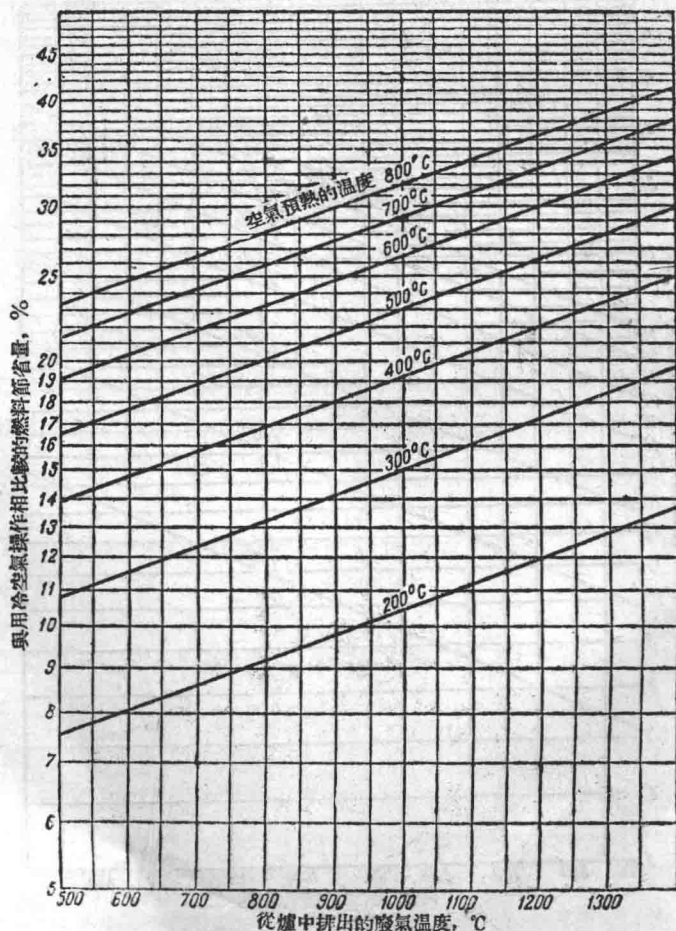


圖 2 用焦爐煤氣加熱的爐子當空氣預熱時燃料的節省

特殊重大的意義，因為這增加了利用價值低的即地方性的燃料來加熱鍛造與壓延用加熱爐的可能性，如果空氣不經預熱，則它們

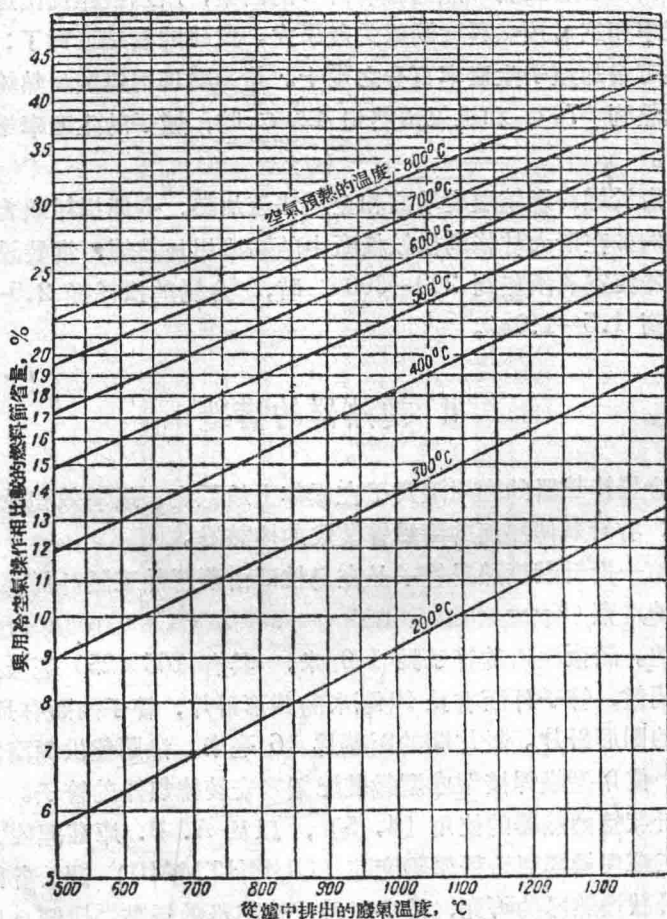


圖 3 用重油 (烟煤) 加熱的爐子當空氣預熱時燃料的節省

的應用通常是不可能的。提高燃燒溫度使金屬快速加熱，可減少金屬的損耗和提高爐子的生產率。

由於影響金屬加熱過程有許多的因素，所以很難找出爐子的生產率和空氣預熱程度關係的數學式。實踐的數據證實了：空氣預熱可增加爐子生產率百分之幾十。某一壓延用連續加熱爐當空氣預熱到  $570^{\circ}\text{C}$  和煤氣預熱到  $420^{\circ}\text{C}$  時，爐子的生產率增加了 57%。

由於燃料燃燒溫度增高和金屬快速加熱，金屬損耗顯著的降低。例如在斯大林格勒拖拉機廠中的鍛造用加熱爐，當裝設針狀換熱器使空氣預熱到  $200-300^{\circ}\text{C}$  時，金屬的損耗從 2.5—2% 降低到 1.5—1.0%。

## II 換熱器的構造

金屬換熱器的應用證實了在操作上最穩定、最有效和最輕便的是：有針狀傳熱面的鑄鐵管裝成的換熱器。

第一批針狀換熱器管子是在烏拉爾由蘇聯熱工設計局的庫新斯克鑄造廠 (Кусинская литейная завода Союзтепlostрой) 鑄造的。該廠製造的管子長 1.0 米，具有  $165 \times 250$  毫米的箱式法蘭盤，管子外面有長 40 毫米的圓形針片，管子內面有長 20 毫米的圓形針片。針片間的距離為 16 毫米。法蘭盤供側面裝配之用。使用型鐵鉚接架或型鐵裝配架來安裝換熱器的管子。

針狀管換熱器的使用 [4, 5]，以及 А. В. 庫茲涅佐夫在中央工藝與機器製造科學研究院 (ЦНИИТМАШ) 關於各種構造之針狀換熱器的研究，證實了針狀換熱器的優點。他們也指出了針狀換熱器構造上的缺點，即造成良好的氣密性很困難。

針狀換熱器逐漸代替了它種類型的換熱器，在近代它主要用

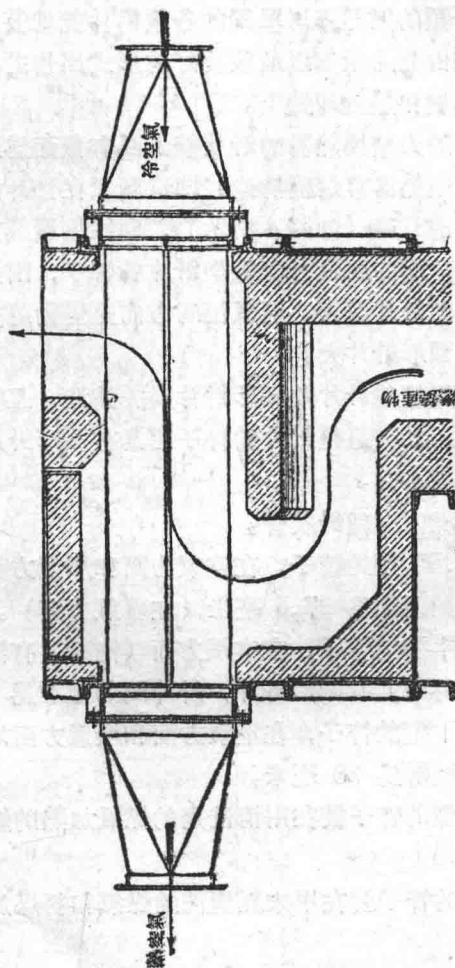


圖 4 廢氣平行於針狀管軸流動的換熱器略圖

於工業爐方面。

所有換熱器依它們的構造可分為兩種主要的類型——大型和

### 小型。

屬於第一類的換熱器用單獨的各種構件就地裝成；而第二類小型換熱器是由製造廠家以最後裝好的形式出售的。後者主要是用在小型加熱爐和熱處理爐上。

近代製成的大型換熱器的針狀管上具有截面為點滴形的流線型針片。如果換熱器有這種構造：即當廢氣在管外流動可以平行於管軸的方向進行時（如圖 4 所示），則採用廢氣方面（外面）具有圓形針片，而內面具有流線型針片的管子，因為在這種情況下，對於管子的針片而言，廢氣流的方向是變動的，平頭流線型針片的阻力比圓形針片大。

截面為流線型的針片較圓形針片易於鑄造，且較堅固，當傳熱係數相同時，具有這種針片的管子比具有圓形針片的管子對於氣流的阻力大約小  $\frac{1}{3}$ 。

目前大多採用三種針狀管。

1. [17.5] 型的管子，在空氣方面和廢氣方面均有流線型針片，針片間的距離為 17.5 毫米（在廢氣方面）。

2. [20] 型的管子，在空氣方面（內面）有流線型針片，在廢氣方面（外面）有圓形針片，針片間的距離為 20 毫米。

3. [28] 型的管子，在空氣方面和廢氣方面均有流線型針片，針片間的距離為 28 毫米。

[17.5] 型的管子裝在用清洗過的煤氣加熱的爐子的換熱器中。

[28] 型的管子裝在用未經清洗的煤氣和粉煤加熱的爐子的換熱器中。

[20] 型的管子規定用於廢氣以平行於管軸方向流動的換熱器中（圖 4）。圖 5、6 和 7 即上述三種針狀管的略圖。管子鑄有兩種法蘭盤，在略圖中所示的側面鉚接之箱式法蘭盤，僅供水

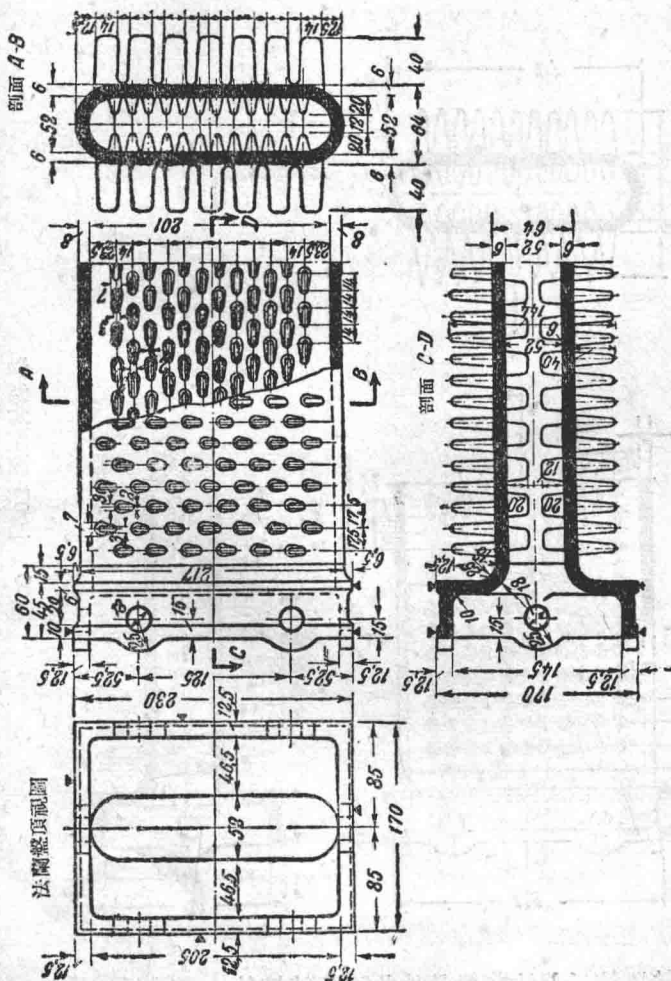


圖 5 [17.5] 型的針狀管



