

# 平炉汽化冷却

C. M. 安东尼耶夫 等著

冶金工业出版社

本书研究和討論了平炉冷却問題，对汽化冷却的基本原理和汽化冷却設計原理均作了系統闡述。

本书供冶金工厂工程师和技術員使用，工长和熟練工人也可以閱讀。

本书还可供設計院、工厂的設計人員和科学研究人員在实际工作中作参考之用，对高等学校教师、学生也是一本有用的参考书。

С.М. Андо́нцев, Ю.Б. Райковский,

О.В. Филиппев, К.Я. Шиндарева

ИСПАРИТЕЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ МАРТЕНОВСКИХ ПЕЧЕЙ

Металлургиядат (Харьков 1957)

平爐汽化冷却

秦祥兴 彭石之 包益耿 譯

冶金工业出版社出版 (地址：北京市灯市口甲45号)

(北京市书刊出版业营业許可証出字第093号)

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

1960年 1月第一版

1960年 1月北京第一次印刷

印数 2,512册

开本 850×1168 • 1/32 • 290,000字 • 印张11  $\frac{12}{32}$  • 插頁12

統一書号 15062·2001 定价 1.50元

# 平爐汽化冷却

(汽化冷却系統基本原理和該系統設計原理)

C. M. 安东尼耶夫 Ю. Б. 拉依科夫斯基 · 著  
D. B. 費里皮也夫 К. Я. 申达-列娃

技术科学副博士 C. M. 安东尼耶夫主編  
秦祥兴 彭石之 包益耿 譯

冶金工业出版社

统一书号· 15062·2004  
定 价： 1.50 元

# 目 录

前言 ..... 8

## 第一篇 平爐結構和工作

第一章 平爐 .....10

1. 总論 ..... 10

2. 平爐主要部件 ..... 11

3. 平爐的工作 ..... 13

第二章 平爐冷却項目 ..... 20

1. 装料口爐門 ..... 20

2. 爐門框 ..... 21

3. 水冷拱脚架和拱脚梁 ..... 22

4. 爐头煤气噴道的水套 ..... 24

5. 燃油平爐的噴管和噴嘴 ..... 27

6. 平爐下部結構元件 ..... 27

## 第二篇 冷却零件的热强度和热負荷

第一章 热强度和热負荷的确定和計算 ..... 23

1. 确定热强度、热負荷和冷却水带走的热損失的方法 ..... 23

2. 冷却元件表面上的热强度 ..... 32

第二章 热强度和热負荷在平爐工作中的变化 ..... 33

1. 在熔炼过程中冷却元件热負荷的变化 ..... 33

2. 熔炼期內冷却元件热負荷的变化 ..... 35

3. 爐役期內冷却水带走的热損失的变化 ..... 37

4. 各种燃气平爐和燃油平爐的冷却零件的热負荷 ..... 42

## 第三篇 平爐汽化冷却基本原理

第一章 冷却法 .....44

1. 冷却零件的功用 .....	44
2. 平爐冷却法分类 .....	45
<b>第二章 主要理論資料 .....</b>	<b>58</b>
1. 水冷却和汽化冷却时热交换过程的特征 .....	58
2. 管式冷却件的汽化冷却 .....	67
3. 箱形冷却件的汽化冷却 .....	70
4. 自然循环簡易計算 .....	76

## 第四篇 汽化冷却系統的裝置

<b>第一章 汽化冷却系統的全套設施 .....</b>	<b>93</b>
1. 汽化冷却裝置 .....	93
2. 国外的汽化冷却裝置 .....	95
<b>第二章 冷却部件 .....</b>	<b>96</b>
1. 設計冷却部件的一般原理 .....	96
2. 水套的設計 .....	98
3. 噴油器噴嘴的設計 .....	101
4. 水冷拱脚梁和拱脚梁的設計 .....	102
5. 爐門框的設計 .....	104
6. 高压下工作的冷却件 .....	108
<b>第三章 分汽箱 .....</b>	<b>108</b>
1. 功用、形状、尺寸 .....	108
2. 分汽箱的配置 .....	115
3. 分汽箱的工艺計算 .....	124
4. 分汽箱的結構方案 .....	126
5. 分汽箱的設備 .....	126
6. 安全閥直径的計算 .....	123
7. 溢水管和水封直径的計算 .....	123
<b>第四章 管綫 .....</b>	<b>130</b>
1. 管綫的結構方案 .....	130
2. 原理布置系統 .....	132
3. 管綫和配件的维护平台 .....	136

<b>第五章 控制測量仪表，自动装置和信号</b> .....	137
1. 水位的控制 .....	138
2. 給水的調节 .....	140
3. 水位信号設備 .....	144
4. 临界水位信号設備 .....	143
5. 附有信号接点裝置的差压液面計 .....	152
6. 貯水池中临界水位信号裝置 .....	152
7. 自动溢水設備 .....	156
8. 給水管中的压力 .....	159
9. 給水管中的压力下降信号裝置 .....	162
10. 給水管中的压力調节 .....	165
11. 分汽箱和蒸汽管中的蒸汽压力 .....	167
12. 蒸汽流量和給水流量的測定 .....	167
13. 計器和自动裝置的裝配 .....	173
<b>第六章 車間总設施</b> .....	177
1. 給水管 .....	177
2. 蒸汽管道 .....	179
3. 操作地点的通风和采暖 .....	179
<b>第七章 車間外部的化学淨化水管道</b> .....	181
1. 給水水泵站 .....	182
2. 化学淨化水池 .....	183
3. 車間外的給水管道 .....	184
<b>第八章 强制循环和高压的汽化冷却装置</b> .....	185
1. 采用强制循环和高压的先决条件 .....	185
2. 冷却件的管式結構 .....	188
3. 分汽箱 .....	193
4. 管綫 .....	196
5. 循环水泵 .....	201
6. 强制循环的汽化冷却以流水冷却作后备 .....	202
7. 余热鍋爐和强制循环汽化冷却之綜合装置 .....	205

## 第五篇 汽化冷却蒸汽的利用

第一章 汽化冷却蒸汽的利用問題 .....	210
1. 汽化冷却蒸汽的用戶 .....	210
2. 蒸汽在冶金工厂工艺方面的利用 .....	216
3. 蒸汽在焦化工厂工艺方面的利用 .....	220
4. 蒸汽在热力方面和动力方面的利用 .....	222
5. 蒸汽在制冷方面的利用 .....	234
6. 平爐汽化冷却蒸汽在冶金工厂的利用 .....	238
7. 更好地利用汽化冷却蒸汽所必需之該蒸汽的参数 .....	240
第二章 提高汽化冷却蒸汽压力的方法 .....	241
1. 用蒸汽喷射式压缩机压缩蒸汽 .....	242
2. 用透平压缩机压缩蒸汽 .....	244
3. 蒸汽的过热 .....	247
第三章 汽化冷却蒸汽管道的設計 .....	248
1. 蒸汽管道綫路 .....	248
2. 管子和管子的連接 .....	250
3. 活动支座和固定支座 .....	252
4. 补偿器 .....	255
5. 絕热 .....	265
6. 水力計算 .....	267

## 第六篇 汽化冷却系統用水的質量

1. 冷却系統中循环水的質量 .....	270
2. 給水的質量 .....	273

## 第七篇 技术經濟指标

## 第八篇 平爐冷却元件的强度計算

第一章 制造冷却零件的材料与冷却元件的容許应力 .....	279
第二章 冷却元件和分汽箱的靜力計算示例 .....	234
1. 拱脚梁計算示例 .....	236



2. 爐門框計算示例 .....	238
3. 橢圓形噴嘴的噴管計算示例 .....	292
4. 帶平壁面的煤氣噴道的水套計算示例 .....	295
5. 帶撐條的圓形水套的強度計算示例 .....	301
6. 無撐條之圓水套強度計算示例 .....	318
7. 圓筒形分汽箱計算示例 .....	326
8. 橢圓形分汽箱計算示例 .....	328
參考書目 .....	337
附錄 .....	340

## 前 言

平爐采用汽化冷却获得成功，以及实施該措施后取得了显著的技术經濟效果，从而使汽化冷却成为新技术方面的一項巨大的成就。

汽化冷却的平爐在設計和操作方面取得的經驗，必須在其它拥有冶金爐的机器制造、拖拉机制造、造船等工业部門加以推广。

平爐汽化冷却系統已被用于現有的爐子上和新建的爐子上。当前的任务是将鋼鉄厂軋鋼車間的加热爐改用汽化冷却，而不久的将来則要用于高爐和鉄合金爐上。

汽化冷却是在 1955 年末最先用于高尔基冶金工厂的加热爐上，該爐子使用新的冷却系統的工作經驗正在进行詳細的研究。

汽化冷却系統的构造、該系統的操作維護經驗，在一定程度上已在技术文献中加以刊載。至于这种冷却系統的設計原理和問題，以及这方面的丰富經驗，至今尚未得到闡明。

編写本書的目的，是将平爐汽化冷却的設計和工作的基本原理介紹給黑色冶金、有色冶金、机器制造、船舶制造和其它工业部門的工厂、設計院、科学研究院的广大工作人員。

編写本書时，作者利用了国立鋼鉄工厂設計院的大量設計資料、研究資料，以及許多有关这方面的以前的文献。

在編写本書过程中，評閱者 Б. В. 薩查諾夫工程师如編輯 Д. Н. 科罗捷茨基工程师提供了許多宝贵的指示和意見。

編写冷却元件的靜力計算和附录时，O. H. 卡巴諾夫和Д. Б. 庫采科維奇工程师都参加了这项工作；在整理手稿方面，B. M. 帕拉莫諾夫工程师曾給予很大的帮助。作者謹向这些同志以及汽化冷却組的全体工作人員致以謝意。

以这样的篇幅出版有关平爐汽化冷却的書籍还是第一次，当然，缺点在所难免，作者欢迎提出意見和指教。

本書第一篇和第八篇系O. B. 費里皮也夫工程师編写的，第二篇是技术科学副博士С. М. 安东尼耶夫和O. B. 費里皮也夫工程师編写的，第三篇和第七篇是技术科学副博士С. М. 安东尼耶夫編写的，第四篇是技术科学副博士С. М. 安东尼耶夫、Ю. Б. 拉依科夫斯基工程师和К. Я. 申达列娃工程师編写的，第五篇是К. Я. 申达列娃工程师編写的，第六篇是Ю. Б. 拉依科夫斯基編写的。

## 第一篇 平爐結構和工作

### 第一章 平 爐

#### 1. 总 論

目前絕大部份的鋼都是用平爐冶煉的(在蘇聯有80%以上)。這是因為平爐冶煉可以採用任何爐料，並能煉出優質鋼，而酸性和鹼性轉爐煉鋼法却需要有一定質量的生鐵。

平爐煉鋼的原理，是利用從爐膛透過渣層滲入金屬層的氧氣，以及投入爐內的礦石中的氧，來氧化金屬中的雜質。

• 平爐可煉出含碳0.01% (阿莫克鐵) 至1.7% 的鋼。

裝入平爐的爐料包括廢鋼、生鐵、熔劑和各種專門的補加料。

根據爐料中廢鋼或生鐵與礦石主要含量的不同 (見表1-1)，冶煉法可分為廢鋼法、廢鋼-礦石法和礦石法三種。

根據燃料的種類，平爐分為三類：

(1) 燃氣平爐，這是用各種氣體燃料進行冶煉的平爐，這些氣體燃料是發生爐煤氣、焦爐煤氣、焦爐高爐混合煤氣、天然煤氣；

(2) 燃油平爐，這是燃燒液體燃料進行冶煉的平爐，該液體燃料是重油；

(3) 用膠體燃料 (重油和粉煤的混合物) 的平爐。

百分之八十以上的平爐鋼都是用燃氣平爐生產的。

用發生爐煤氣或焦爐高爐混合煤氣工作的燃氣平爐，按其燃

烧系统的构造来说,是平炉中最复杂的一种。其它平炉的结构都较简单,因为它们没有像燃气平炉所具有的那些部件,如加热煤气用的蓄热室,煤气变向装置等。因此,我们主要阐述现代燃气平炉,对其它类型的平炉仅指出它们与燃气平炉在结构上之区别。

平炉是一种火焰反射炉,由于运用蓄热室预热的缘故,炉内温度可达到 $1750\sim 1760^{\circ}$ 。蓄热室是间歇式热交换器,当燃烧产物通过时将热蓄下。煤气和空气进入炉内以前,先通过蓄热室的热砖格子预热,由此提高了炉膛的温度和效率。

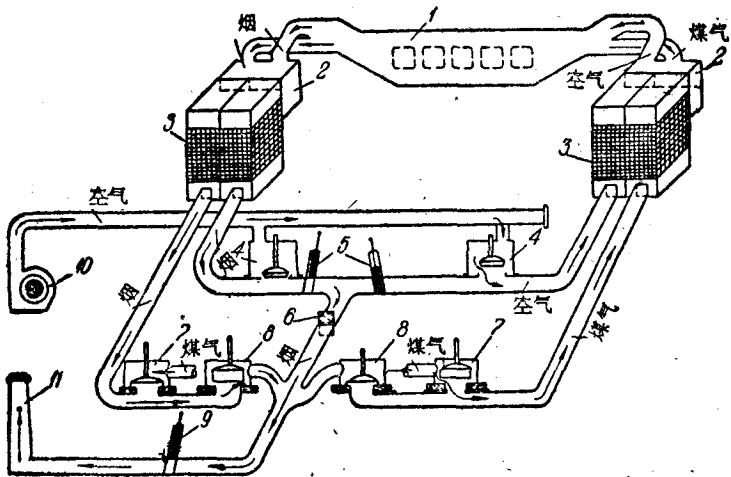


图 1-I 燃气平炉示意图

- 1—平炉炉膛; 2—沉渣室; 3—蓄热室; 4—空气阀; 5—空气闸板;  
6—调节阀; 7—煤气阀; 8—烟道阀; 9—烟道闸板; 10—鼓风机; 11—烟囱

## 2. 平炉主要部件

用发生炉煤气或混合煤气工作的现代燃气平炉(见图1-I),由下列各主要部件组成: 炉膛、炉头、上升道、沉渣室、蓄热室、变向装置、烟道和烟囱。

燃油平爐（見圖2—1）用預熱空氣和冷燃料（重油）工作，因此只有兩座空氣蓄熱室和簡單的變向裝置。

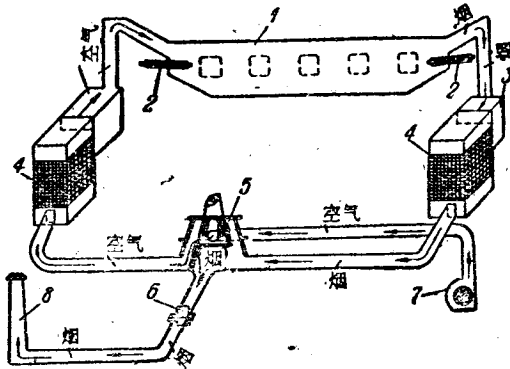


圖 2—1 燃油平爐示意圖

- 1—爐膛；2—噴油嘴；3—沉渣室；4—空氣蓄熱室；5—空氣閥；  
6—烟道閘板；7—鼓風機；8—烟窗

### 平爐爐膛

平爐爐膛由熔池（包括爐底和縱橫爐坡）、前後牆和爐頂構成，爐頂支在縱爐牆上面的拱腳梁上。

熔煉材料經裝料口裝入爐內。裝料口為爐子前牆上的開口，四周圍有被冷卻的金屬框，爐門即沿此金屬框升降。

根據不同的容量，即裝料重量，爐子安設三個或五個裝料口。煉成的金屬經出鋼口從爐內放出。出鋼口位於熔池後坡的最低處。

平爐熔池呈橢圓形盤狀，四周砌有爐襯，用耐火材料燒結。爐子容量由熔池的大小決定。

往爐內裝料和裝鉄水的方法，取決於平爐車間的類型。鉄軌送料制度的車間內，可用地上裝料機裝料，鉄水可用平爐跨間吊車經某一裝料口裝入爐內。在吊車送料制度的車間內，可用吊車式裝料機裝料，鉄水可從鑄錠跨間一側裝入爐內。

## 爐 头

位于爐膛两端的平爐上部結構部份謂之爐头。煤气和空气送入爐膛，以及废气从爐膛排出，都得經過爐头。

根据爐膛內的火苗方向，爐头交替地成为燃烧咀和烟道。在第一种情况下，爐头的作用是保証可靠地組織火苗，即保証要求的方向、长度和形状，以及保証燃料在爐膛內燃烬。在第二种情况下，要使废气正确分配在煤气和空气預热室之間，同时要使压头損失很小。

爐头結構应保証經久耐用，在爐子寿命期內，其出口截面尺寸应保持不变。苏联和美国的現代燃气平爐都广泛采用温吐里式爐头。

燃气平爐爐头由空气道和煤气道（噴道）以及煤气和空气的混气室所組成。混气室与爐膛之間被爐頸（前后墙的突出部份）所分隔（图3—1）。燃油平爐中煤气噴道改用噴油咀（图4—1）。煤气噴道和空气道将煤气和空气以高速引至前室，进行燃烧前的混合。

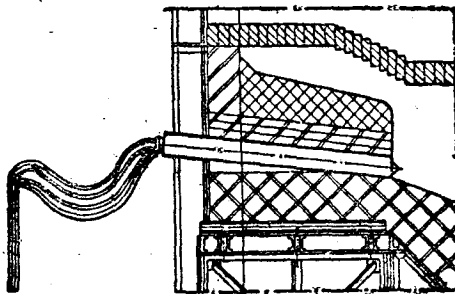


图 4—1] 燃油平爐噴油嘴裝置

煤气噴道和噴油咀都用水来冷却。現代标准平爐中煤气噴道都用水套冷却（水套为扁平形金屬半圓筒体，砌有硅砖、鎂砖

或高鋁磚)。每一煤氣道都有上升道，與爐子下部結構相連接。

### 沉渣室和預熱室

沉渣室的功用是使廢氣從爐膛內夾帶出的渣粒和熔塵都沉澱下來。沉渣室是一間小室，位於上升道下部。沉渣室通常用硅磚砌成，外部砌上隔熱磚，並包上金屬殼。

蓄熱室為一房間，與沉渣室相連，用磚砌滿格子，即為磚格子。每座平爐有兩對預熱室。

蓄熱室按照下列程序工作。

某一對蓄熱室的磚格子由通過的廢氣加熱。此時，煤氣和空氣通過另一對已蓄熱的磚格子，溫度上升至 $1000\sim 1300^{\circ}$ ，經爐頭進入爐膛。當第一對蓄熱室加熱到相當程度，而第二對已冷卻時，則進行所謂換向，即煤氣和空氣通過第一對蓄熱室預熱，而爐內廢氣通過第二對蓄熱室將磚格子加熱。這樣反復的變換在爐子工作期間內不斷地進行着。

裝料時每隔 $20\sim 30$ 分鐘換向一次，精煉和出鋼時每隔 $8\sim 12$ 分鐘變換一次。

### 換向裝置煙道和煙窗

換向和調節裝置是作蓄熱和調節平爐熱工制度之用，調節裝置分為空氣和煤氣兩部份。

換向裝置用來變更煤氣、空氣和廢氣的方向，以便進行蓄熱和平穩地加熱爐子。調節裝置用來調節煤氣和空氣的供給。空氣供給由風道中的板閥調節。

換向裝置分為開啟和切斷兩部份。每一開啟裝置必與切斷裝置相配合。目前已有幾種將開啟和切斷裝置合而為一的系統。

廣泛採用的換向裝置部件有下列幾種：混合煤氣和冷發生爐煤氣用的帶水封的煤氣閥（圖5—I），外殼砌有耐火磚襯的煙道閥（圖6—I），雙開板式空氣閥（圖7—I），在風道內傾



斜于烟囱的水冷式斜閘板（图 8—I）。

换向装置用工作平台下面的电动絞車按一定的程序进行操縱。

不用余热鍋爐时，废气經烟囱从平爐內自然抽出；如用余热鍋爐，則用抽烟机抽出。

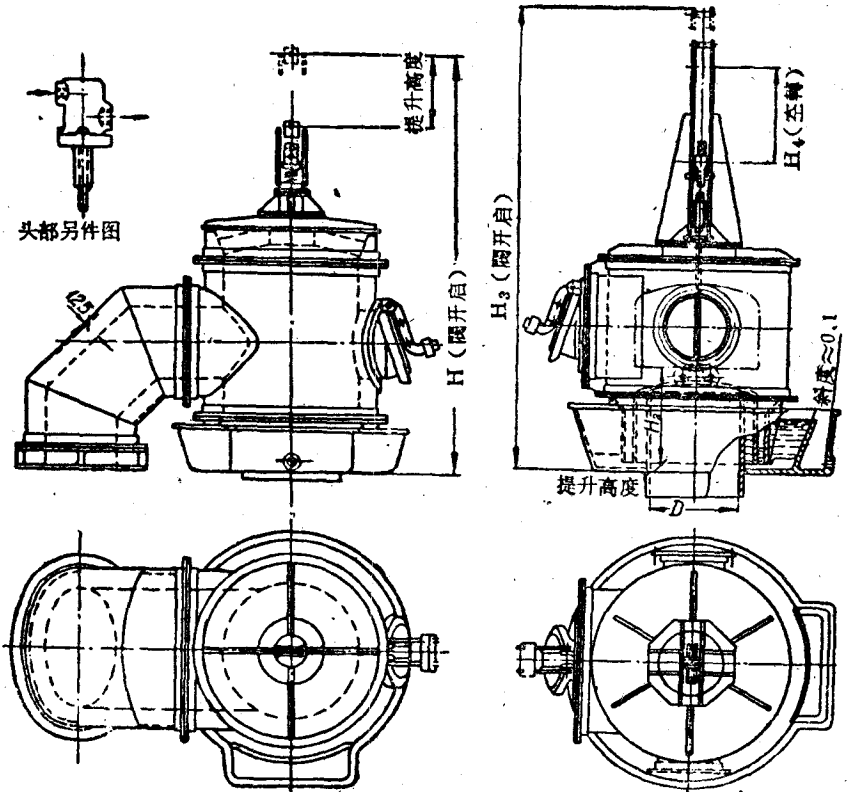


图 5—1 带有水封的煤气閘

图 6—1 外壳砌有耐火砖衬的烟道閘