

# 冲天炉 铸铁熔炼

戴龙江 编著

江苏科学技术出版社

2.1

# 冲天炉与铸铁熔炼

戴龙江

江苏科学技术出版社

---

## 冲天炉与铸铁熔炼

戴龙江

---

出版：江苏科学技术出版社

发行：江苏省新华书店

印刷：苏州印刷厂

---

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 5.75 字数 123,000

1981年1月第1版 1981年1月第1次印刷

印数 1—3,000 册

---

书号 15196·046 定价 0.48 元

责任编辑：孙广能

---

## 前 言

铸铁的熔炼是机械制造工业中极其重要的一环。冲天炉则是铸铁熔炼的一种极普遍的设备。如何提高熔炼人员的理论水平和技术水平,使之适应于现代化的要求,是当前的一项重要工作。本书编者收集了国内外近年来铸铁熔炼方面的成就,并结合生产实际,试图对冲天炉的构造、炉内特性、铸铁的各种基本性能、科学的操作与控制方法以及冲天炉的测试等作一简要的介绍。供铸铁熔炼工人、有关技术人员阅读参考。

本书尽可能避免烦杂的计算,编排了一部分表格,以便在使用时,更加迅速、方便。在编写过程中,从全书的章节安排到具体内容以及文字修饰,都得到南京工学院周重光、汤崇熙老师、以及其他有关同志的很大帮助,特此表示衷心感谢。

由于水平与条件的限制,缺点与错误在所难免,诚恳地希望读者批评指正。

编 者

一九八〇年八月

特约编辑: 余最康

---

# 目 录

<b>第一章 冲天炉</b> .....	1
一、基本构造.....	1
二、冲天炉的主要尺寸.....	6
三、熔炼的基础.....	11
四、几种常用类型的冲天炉.....	15
五、冲天炉风口直径的换算.....	22
<b>第二章 倒置大排距双层送风冲天炉</b> .....	38
一、结构特点.....	38
二、底焦燃烧过程.....	39
三、热交换的特点.....	44
四、炉内元素烧损的变化.....	45
五、炉型结构系列.....	46
<b>第三章 化学成分对铸铁性能的影响</b> .....	50
一、化学成分对铸造性能的影响.....	50
二、化学成分对铸铁组织的影响.....	59
三、化学成分对机械性能的影响.....	63
<b>第四章 铸铁的熔炼</b> .....	66
一、铸铁在冲天炉熔炼过程中各元素的变化.....	66
二、铸铁熔炼的原料.....	71
三、铸铁熔炼的配料计算.....	81
四、冲天炉的操作.....	91
五、风压与风量的测量.....	94

六、冲天炉常用鼓风机.....	100
<b>第五章 铸铁熔炼的控制</b> .....	107
一、主要工艺参数的选定.....	107
二、炉前质量的控制检验.....	115
三、冲天炉熔炼的故障及消除方法.....	119
<b>第六章 冲天炉熔炼的测试</b> .....	123
一、冲天炉炉气分析.....	123
二、光学高温计测温.....	127
三、热电偶测温.....	133
<b>附录 国外铸铁熔炼概况</b> .....	165
一、国外铸铁熔炼总的趋势.....	165
二、国外大排距双风带冲天炉发展概况.....	168

# 第一章 冲天炉

冲天炉具有结构简单、操作方便、生产灵活、热效率高以及投资少、成本低等许多优点，目前已成为国内铸铁熔炼的主要设备。

铸铁在冲天炉内的熔炼过程是一个很复杂的物理和化学变化的过程，并受许多因素的影响。全面地了解并掌握各种因素给熔炼过程带来的影响，是我们熔炼工人应该具有的基本知识。只有在具备这些基本知识以后，我们才有可能使冲天炉的熔炼达到优质、高产、低耗的效果。

## 一、基本构造

尽管冲天炉有各种不同的结构形式，但是它们的基本结构是相同的，主要由支撑部分、供风系统、炉身、烟囱及火花捕集器和前炉等组成。其结构如图1—1所示。

### 1. 支撑部分

冲天炉支撑部分的作用是承受冲天炉的全部重量及加入炉料的重量。它主要由支柱、底板和炉底门三个部件组成。

支柱一般有四根。多为铸铁或钢材制成。其断面有“T”字形、“工”字形或是空心圆柱体的。支柱高度一般在1~1.5米之间。

底板和炉底门一般用30毫米厚的钢板或铸铁板制成。炉

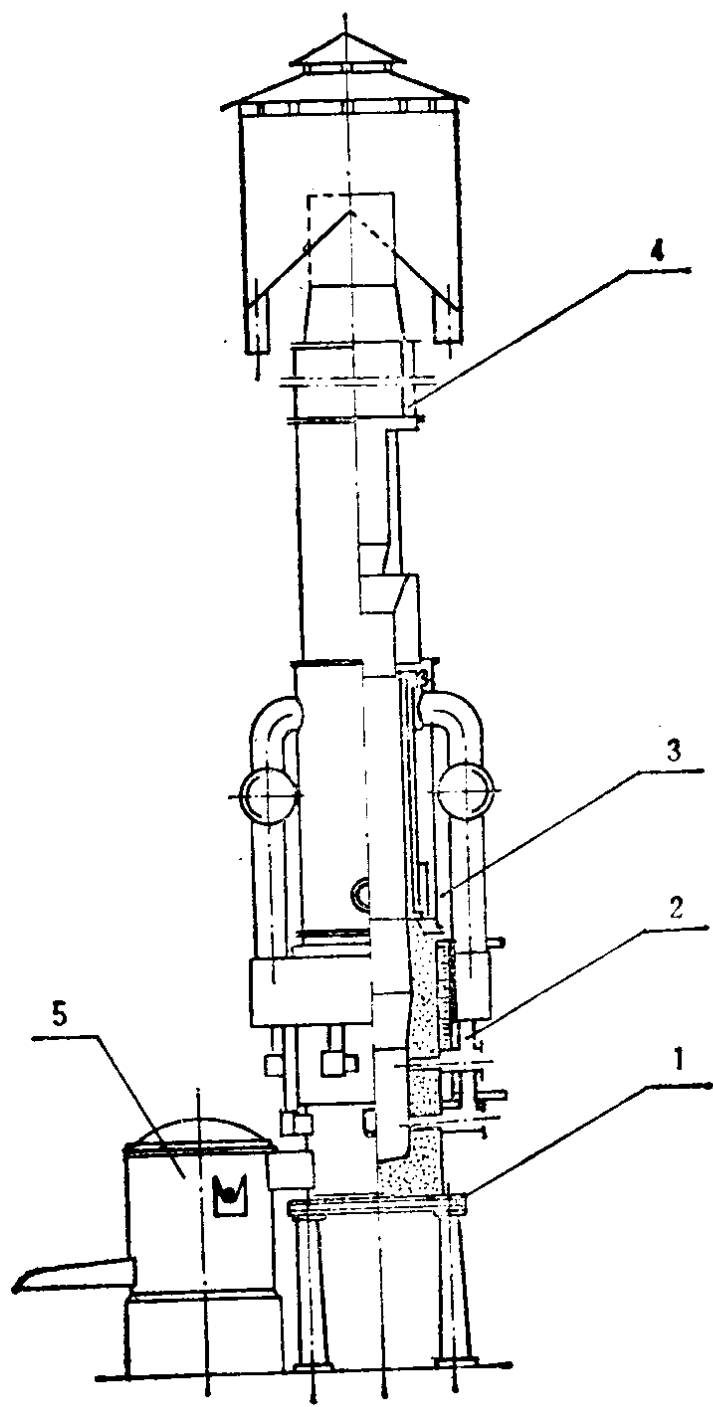


图 1—1 冲天炉结构图

1. 支撑部分 2. 供风系统 3. 炉身  
4. 烟囱及火花捕集器 5. 前炉



底门有单扇或双扇两种。在炉底门上钻有很多小孔,便于炉底砂床气体逸出。炉底门的锁闭除用栓外,还要用撑杆支撑,以保证安全。

## 2. 炉身

在支撑部分的上面是炉身。炉身是冲天炉最重要的组成部分,全部熔炼过程都在炉身中进行。

炉身部分的炉壳是用6~14毫米厚的钢板焊成的。较厚的钢板用在大直径的炉子以及炉身下部重要的部位。

整个炉身是由2~3米的炉筒用螺栓联接起来的。为了增强筒体结构的刚性以及使炉衬能被支持在炉壳上,炉壳内固定着相隔1~1.5米的角铁圈。为了避免挠曲起见,每一角铁圈由数节组成。

为了避免加热时发生变形,在炉壳与耐火砖之间留有一宽度为15~20毫米的间隙,其中填以细粒的炉渣或沙子。有的炉子如熔炼时间不长,受热时变形不太大,也可以不留这一间隙。

炉壁一般用耐火砖砌成。耐火砖厚度约为135~250毫米,厚的可达300毫米。炉壁过厚将导致炉壁侵蚀严重,炉壁过薄会使炉壳烧穿,而且使热损失增大。在熔化带区域,由于侵蚀严重,应用高质量的耐火砖,预热带可用一般耐火砖。在加料口以下约1米左右处,因要经受炉料的冲击,所以应用铁砖砌成。

在炉身上还开有加料口、风口、过桥口、修理工作门以及点火洞等。如没有前炉还必须开个出铁口及出渣口。

### 3. 烟囱及火花捕集器

烟囱是冲天炉炉身的延长部分。它的作用是把炉内的气体和火花引到车间外面。这一部分因为温度低可用红砖或次耐火砖砌成。大的冲天炉为了减少重量及材料消耗，在不影响炉气排出的前提下，可把烟囱直径稍微缩小一些。

烟囱的顶端是火花捕集器。它是一个吸尘灭火的装置。用它来收集从烟囱排出的炽热尘埃，以免引起火灾或污染周围的环境。

火花捕集器按作用原理可分为干式和湿式两种。干式的原理是依靠不同的结构，迫使灰尘改变方向，减低流速，最后使灰尘靠本身的重力作用沉积下来。湿式的原理是炉气上升到顶罩后下降，然后又重新上升与喷洒器所形成的雨幕相遇，把火星熄灭，并使尘埃沉积下来。除这两种形式外，还有离心式和旋风式火花捕集器等。

### 4. 供风系统——风管、风箱、风口

供风系统的任务是供给冲天炉燃烧区域所需要的空气量，并使它能沿炉子周边均匀分布和深入到炉子中心。

**风管** 风管是联接鼓风机和风箱的通道。为了减少风管中的压力损失，风管长度应越短越好，拐弯处越少越好，拐弯角度越大越好。

空气在各风口中的分配是否均匀，决定于风管与风箱的联接位置。风管与风箱的联接位置共有四种不同型式。如图1—2所示。

其中以沿风箱切线方向进入和自风箱上部经双风管而入为好。

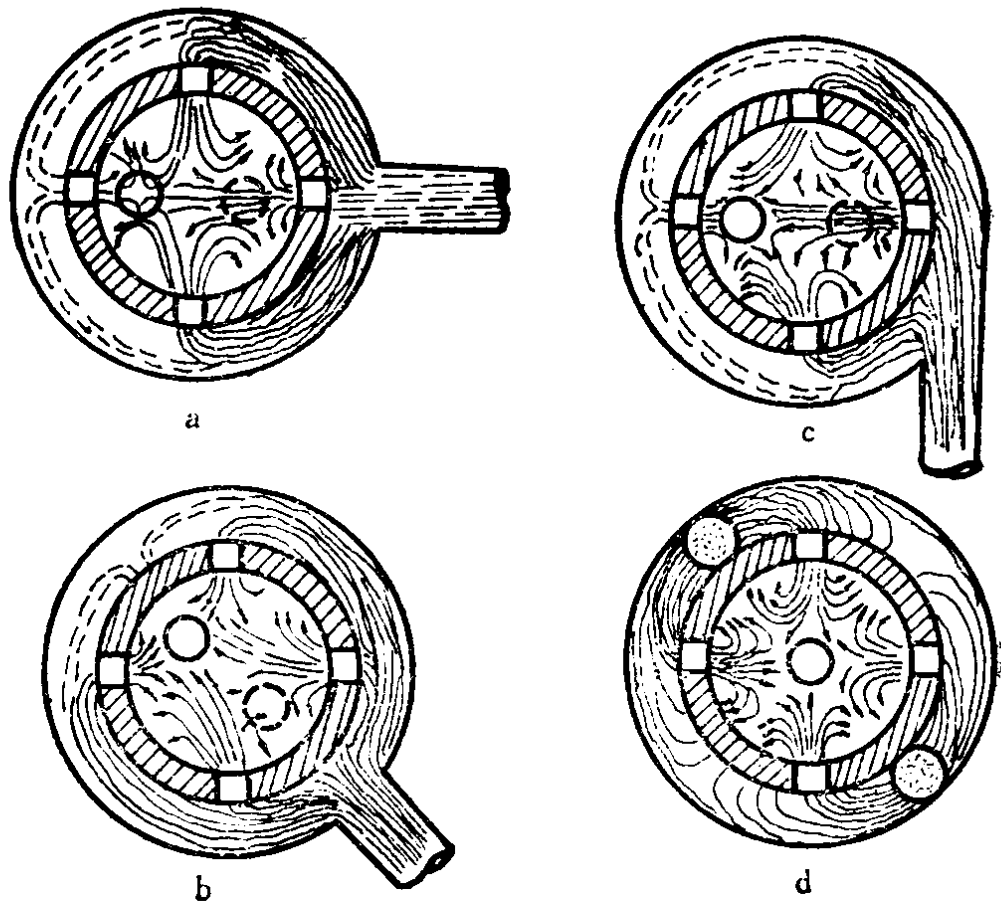


图 1—2 风管结构图

- a—风管沿直径方向正对风口而入；
- b—风管沿直径方向正对风口之间而入；
- c—风管沿切线方向而入；
- d—自风箱上部经双风管而入。

**风箱** 是一个围绕在炉身各风口四周的环形箱子。其主要作用是在每个风口前有一定的空气贮备量。使由鼓风机送来的空气能均匀地平稳地送入炉中。在每个风口相对应处装有窥视孔，以便观察风口和炉内情况及清理风口处的结渣。

**风口** 它的作用是把空气沿炉子周边均匀地送入炉中，并分布在炉子不同高度的断面上。风口断面目前都是圆形的。一般用铁管制成，也有用成型砖做成的。风口的大小、排数、

个数及排距极为重要，它将极大地决定炉子熔炼的效果。

## 5. 前炉

前炉是在冲天炉过桥前装的一个专门贮存铁水用的容器。前炉上开有出渣口和出铁口以及窥视孔。

前炉的优点是使铁水温度和化学成分均匀一致。同不设前炉的炉子比较，铁水增碳增硫少，炉料能均匀下降。缺点是稍稍降低了一点铁水温度。为了防止铁水在前炉中降温，可用重油、柴油或电流加热。目前国内一般少用，因为这样会使炉子结构及维修复杂，并增加成本。前炉主要有固定式和倾转式两种。一般都用固定式。倾转式用于大的连续生产的场合，它出铁出渣都很方便，但结构复杂。

## 二、冲天炉的主要尺寸

所谓冲天炉的主要尺寸是指冲天炉的内径、有效高度、送风系统及前炉的主要尺寸以及它们之间的比例关系。

这些数值还没有完整的理论计算和设计方法，到目前为止仍然只是一些经验公式。因为影响熔炼过程的因素很多，这些公式还无法把所有因素正确地考虑进去，仅是依据先进炉型的有关参数总结出来的。因此，每一个公式只能给出一个较大的尺寸选择范围，需要我们依据本单位的实际情况而定。

### 1. 冲天炉内径

冲天炉的许多基本尺寸都与炉膛直径有关，因此应首先选择它的大小。

$$D = 1.12 \sqrt{\frac{Q}{S}} \text{ 米}$$

式中：  $D$ ——冲天炉炉膛直径 米。

$Q$ ——规定的冲天炉的生产率 吨/时。

$S$ ——冲天炉的单位生产率 吨/米<sup>2</sup>·时。

冲天炉的生产率越大，与之相适应的炉膛内径也要越大。这是因为从冲天炉熔炼的普遍规律来看，冲天炉的正常单位生产率一般不论炉子的大小总在 7~10吨/米<sup>2</sup> 时的范围内。因此，当炉子小而生产率高并使单位生产率大于此范围时，或炉子大、生产率低、使单位生产率小于此范围的冲天炉时，都不能获得理想的高温铁水。

也可以根据一机部冲天炉“三化”(机械化、标准化、系列化)会议建议，冲天炉内径按下表选择：

表 1—1 炉 膛 内 径 表

熔 化 率 (吨/时)	1	2	3	5	7	10	15
炉 膛 直 径 (毫 米)	φ 450	φ 600	φ 700	φ 900	φ 1100	φ 1300	φ 1550

## 2. 冲天炉高度

冲天炉应具有必要的高度才能保证炉料的充分预热和良好的工作条件。高度不足，铁料预热不良，炉内铁水温度难以提高。但高度太高，容易产生搭棚、压碎焦炭，增加鼓风机功率消耗和增加厂房建筑等缺点，这也是不必要的。合理的炉子高度可按下式决定：

$$H = H_0 + H_\phi + H_h \text{ 米}$$

式中：  $H$  ——冲天炉从地面至加料口的高度 米

$H_0$  ——最底一排风口至加料口的高度(有效高度) 米

$H_0$ ——最底一排风口至炉底的高度(炉缸高度) 米

$H_h$ ——炉底至地面的高度 米

炉底到地面的高度  $H_h$  主要决定修炉和开炉是否方便。一般在 1.5~2.0 米之间。

冲天炉炉缸的高度  $H_0$  与炉子的构造(有无前炉)、生产率及铁水的碳、硫含量有关。一般在 200~600 毫米之间。小值用于有前炉的、生产率小的或者是熔炼低硫低碳的高牌号铸铁的情况。炉缸太高,使铁水碳硫含量增加。如炉缸太小,铁水容易被氧化和吹冷。

冲天炉的有效高度  $H$ 。可按下列比例选择:

$$\frac{H_0}{D} = 4 \sim 7 \text{ (大炉子取小值, 小炉子取大值)}$$

按照大多数实际采用的数值,有效高度可在下表中选择:

表 1—2 有效高度表

炉膛直径 (毫米)	φ450	φ600	φ700	φ900	φ1100	φ1300	φ1550
有效高度 (米)	3.5	4.0	4.5~5.0	5.0~5.5	5.5~6.0	6.0~6.5	6.5~7.0

### 3. 冲天炉送风系统

**风管** 风管截面积可按下列公式计算:

$$\frac{f}{F} = \frac{W}{60V}$$

式中:  $\frac{f}{F}$ ——风管截面积与炉子截面积之比(应已知)

$W$ ——冲天炉的送风强度 米<sup>3</sup>/米<sup>2</sup>·分。其数值

一般为  $100\sim 160$  米<sup>3</sup>/米<sup>2</sup>·分(应已知)

$V$  ——空气在风管中的流速，米/秒。一般为  $10\sim 18$  米/秒。

**风箱** 风箱截面积的计算方法同风管一样，用同一公式计算。其中空气在风箱中的流速为  $2.5\sim 4.0$  米/秒。

**风口** 风口总截面积的大小和风口位置的分布关系到炉内燃料的燃烧强度和均匀性。目前要获得优质高产低耗的效果，我们主要是通过改变风口总截面积和风口位置的分布来获得的。因此，决定风口大小及分布是我们全部工作中极为重要的一项工作。

风口总截面积一般为炉膛面积的  $3\sim 5\%$ 。现在还有超小风口，其总截面积为炉膛截面积的  $1.5\sim 3\%$ 。辅助风口截面积为风口总截面积的  $30\sim 40\%$  左右。

目前，我国中小型冲天炉按风口分布应用较广的炉型有三排风口冲天炉、多排风口冲天炉和倒置大排距双层送风冲天炉。不同的类型，主辅风口截面积的分配比例也不相同。

#### 4. 前炉、过桥、出铁口及出渣口

**前炉** 前炉一般都设计成具有最小的相对表面，以求热损失达到最小。为此，它的直径应大致和高度相等。

前炉的有效高度即从前炉底至过桥的距离，可按下列公式决定：

$$H_{前} = \frac{1}{F_{前}} \left( \frac{Q_{铁}}{d_{铁}} + \frac{Q_{渣}}{d_{渣}} \right)$$

式中： $H_{前}$  ——前炉的有效高度 米。

$F_{前}$  ——已知的前炉截面积 米<sup>2</sup>。在大多数情况下，前炉的直径为冲天炉直径的  $0.8\sim 1.2$  倍。

$Q_{\text{铁}}$  和  $Q_{\text{渣}}$  ——铁水和熔渣的储存量 吨。前炉储铁量应为 0.5~1 小时的熔化量或将本厂最大铸件吨位作为前炉储铁量。

$d_{\text{铁}}$  和  $d_{\text{渣}}$  ——铁水和熔渣的比重 吨/米<sup>3</sup>。分别为 7.2 和 2.0。

根据同一原理，也可算出无前炉冲天炉的炉缸高度。所不同的是焦炭与焦炭之间的空隙为总容积的50%。即为：

$$H_{\text{缸}} = \frac{2}{F_{\text{缸}}} \left( \frac{Q_{\text{铁}}}{d_{\text{铁}}} + \frac{Q_{\text{渣}}}{d_{\text{渣}}} \right)$$

**过桥** 过桥的大小应利于铁水的畅通。如果直径太大，焦炭会喷入前炉，甚至会造成过桥堵塞。5~10 吨/时的冲天炉的过桥直径可在 60~120 毫米之间。为了便于铁水的流通，过桥应向前炉方向倾斜 5°~7°。过桥长度应越短越好。

**出铁口** 出铁口应有适当的直径。如果口径太小，会延长出铁时间而使铁水氧化、温度降低。如果口径太大，则会使堵塞出铁口发生困难。其计算公式为：

$$D_{\text{口}} = 0.92 \sqrt{\frac{D \sqrt{Q_{\text{铁}}}}{\tau}}$$

式中： $D_{\text{口}}$  ——出铁口直径 毫米。

$D$  ——前炉直径(如无前炉即为冲天炉直径) 毫米。

$Q_{\text{铁}}$  ——前炉或炉缸储铁量 吨。

$\tau$  ——出铁时间 分。一般为 1~3 分钟。

例：现有 5 吨/时冲天炉，已知：前炉直径为 1100 毫米，出铁口至出渣口距离为 450 毫米；假设铁水比重为 7.2 吨/米<sup>3</sup>；出铁时间为 1.5 分钟，求：出铁口直径应为多大？

解：



$$\begin{aligned}
D_{\text{口}} &= 0.92 \sqrt{\frac{D\sqrt{Q_{\text{铁}}}}{\tau}} \\
&= 0.92 \sqrt{\frac{1100\sqrt{3.14 \times 0.55^2 \times 0.45 \times 7.2}}{1.5}} \\
&= 0.92 \sqrt{\frac{1100\sqrt{0.427 \times 7.2}}{1.5}} \\
&= 0.92 \sqrt{\frac{1100 \times 1.753}{1.5}} \\
&= 0.92\sqrt{1286} \\
&= 0.92 \times 35.87 \\
&= 32.998 \text{毫米}
\end{aligned}$$

答：5吨/时的冲天炉，出铁口直径应为33.0毫米。

为了减少计算，从生产实际中总结了如下数据，可供参考：

表1—3 出铁口直径表

熔 化 率 (吨/时)	< 5	5	10	15	20
出铁口直径(毫米)	20~30	30~35	40~50	50~60	60

**出渣口** 出渣口应比出铁口大些。一般为50~80毫米。出渣口至炉底的距离，决定于前炉或炉缸应储存的铁水量。在需要储存量相差很大时，可以采用上下两个出渣口。

### 三、熔炼的基础

冲天炉熔炼的基本任务有两项。一是将炉料熔化并过热到所要求的温度。二是必须满足生产上对铸铁化学成分提出的要求。其中铸铁熔化及过热所需要的热量，是由燃料在炉内