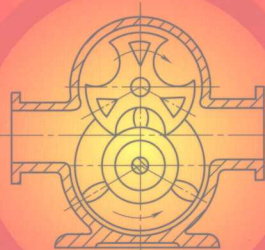
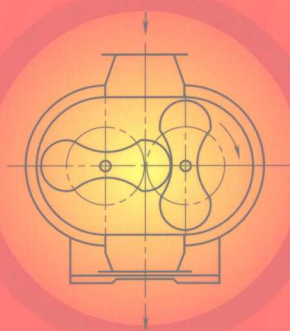
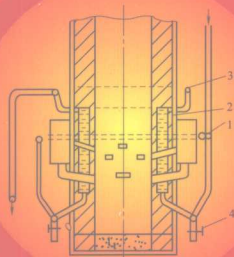


《《 金至开 编著

冲天炉熔炼技术 及生产应用



CHONGTIANLU RONGLIAN

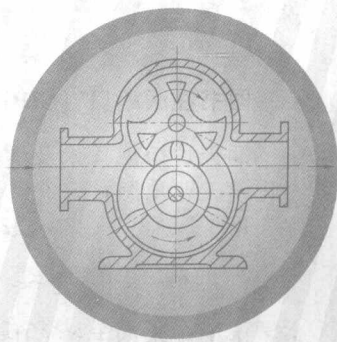
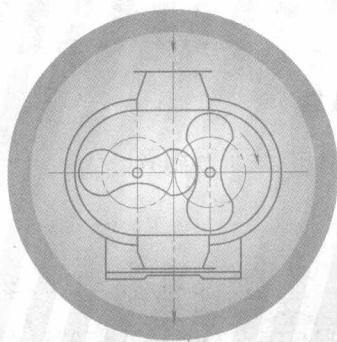
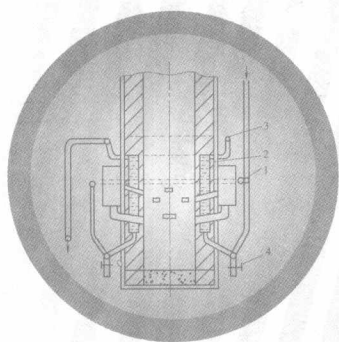
JISHU JI SHENGCHAN YINGYONG



化学工业出版社

《《 金至开 编著

冲天炉熔炼技术 及生产应用



化学工业出版社

· 北京 ·

冲天炉是铸造生产的主要熔炼设备,本书从生产实际出发详细介绍了冲天炉操作与应用的方法和技巧。分为上、下两篇:上篇为冲天炉的构造、设计和操作,重点介绍了现场操作中一些具体的方法、经验和措施;下篇主要介绍冲天炉熔炼的基本原理和常见的在冲天炉中熔炼一些铸铁的生产应用,并介绍了熔炼过程中一些常见的问题及解决方法。

本书适合冲天炉使用工程技术人员、设计人员和操作工,铸造熔炼工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲天炉熔炼技术及生产应用/金至开编著. —北京:
化学工业出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-122-05229-2

I. 冲… II. 金… III. 冲天炉-熔炼 IV. TG232. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 050774 号

责任编辑: 张兴辉

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 郑 捷

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 15½ 字数 307 千字 2009 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORDS

铸造作为传统的成型工艺，生产技术不断发展。熔炼作为铸造生产的第一道环节非常重要，直接影响产品的质量。由于熔炼工艺关系到铸件材质、浇注成型率、运行成本等方面，特别是全球关注环境保护的今天，选用什么样的熔化设备，显得越来越重要了。从目前来看，我国铸铁大部分仍然主要使用冲天炉熔炼生产。

近年来，我国广大熔炼工作者在冲天炉强化措施、辅助设备、检测控制技术、环保节能和提高熔炼质量等方面进行了大量工作，取得了一批有较大实用价值的科研及应用成果。我国各地根据自己的不同情况，采用不同原材料，设计生产出了各种形式的冲天炉，尤其在全国开展的改炉节焦期间，出现了许多不同形式的炉型。笔者在长期的铸造生产和实践中，总结了一些关于铸造生产和冲天炉熔炼方面的生产实践与理论问题，收集、整理、罗列了国内广泛使用的一些冲天炉的炉型，较详细介绍了冲天炉的结构、设计、生产、应用等方面的问题。

本书分为两大部分：上篇为冲天炉的构造、设计和操作，重点偏向于现场操作中的一些具体方法措施等，把一些经验性的内容贯穿在里面；下篇叙述冲天炉熔炼的基本原理和常见在冲天炉中熔炼的一些铸铁的生产应用，并介绍了熔炼过程中常见的一些问题及解决方法。

限于编者知识有限，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编著者

欢迎订购铸造与冶金图书

书号	书 名	定 价/元
铸 造		
00972	砂型铸造生产技术 500 问(下册)	39
00737	熔模精密铸造技术问答	35
01018	铸铁及其熔炼技术问答	25
01206	呋喃树脂砂铸造生产及应用实例	20
00129	压铸件生产指南	22
00320	消失模铸造生产及应用实例	19
9853	液态模锻与挤压铸造技术	62
冶 金		
01012	金属粉末注射成形技术	29
9930	钢铁冶金 600 问	28
4183	有色金属——冶金、材料、再生与环保	70
7659	镁冶炼与镁合金熔炼技术	35
7658	有色金属熔炼与铸锭	35
9677	铜冶炼工艺	22
8492	铜冶炼技术(引进版)	35
9541	铜回收、再生与加工技术	48
01110	特种轧制技术	30
01112	现代无缝钢管生产技术	36
01066	冷弯成型技术	36
01355	钢材质量检验	28

以上图书由**化学工业出版社 机械·电气分社**出版。如要以上图书的内容简介和详细目录，或者更多的专业图书信息，请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著，请与编辑联系。

地址：北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询：010-64519685 (传真：010-64519686)

本书编辑：010-64519270, zxh@cip.com.cn

目 录

CONTENTS

上篇 冲天炉

第 1 章 冲天炉类型和结构	2
1.1 按炉子的炉型分类	4
1.2 按炉子的送风方式分类	6
1.3 按炉子的送风温度分类	9
1.4 按炉子使用炉衬材料分类	10
1.5 按炉子所用燃料分类	11
1.6 其他形式的冲天炉	11
第 2 章 冲天炉附属设备	16
2.1 加料机	16
2.2 电磁配铁秤	19
2.3 拌泥机	21
2.4 铁水包	21
2.5 炉渣裂化装置	24
2.6 其他附属设备	24
第 3 章 冲天炉鼓风机和风阀	31
3.1 离心式鼓风机	31
3.2 罗茨式鼓风机	40
3.3 叶氏鼓风机	49
3.4 风机的选择	50
3.5 风阀	51
第 4 章 冲天炉热风装置	53
4.1 密筋炉胆式热风装置	53
4.2 其他形式的热风装置	59

第 5 章 冲天炉除尘器	60
5.1 简易式除尘器	60
5.2 水幕式除尘器	61
5.3 RZS 型旋流除尘器	61
5.4 自然通风水膜除尘器	63
5.5 排烟除尘联合系统	65

第 6 章 冲天炉设计	67
6.1 冲天炉的设计程序	67
6.2 冲天炉的结构设计	68

第 7 章 国内几种常见冲天炉的结构	81
7.1 三排小风口冲天炉	81
7.2 两排大间距风口倒置冲天炉	81
7.3 多排交叉风口冲天炉	84
7.4 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉	85
7.5 中央送风冲天炉	86
7.6 中央与侧吹联合送风冲天炉	88
7.7 卡腰式冲天炉	88

第 8 章 冲天炉用原材料要求	92
8.1 筑炉用耐火材料	92
8.2 熔炼用原材料	94
8.3 燃料	101
8.4 熔炼用熔剂	103

第 9 章 冲天炉的选取、布置位置与其他要求	105
------------------------------	-----

第 10 章 冲天炉的测试	106
10.1 风压的测量	106
10.2 风量的测量	108
10.3 炉气分析	114
10.4 温度测量	115

第 11 章 冲天炉操作	123
11.1 塘炉	123
11.2 打炉底	124
11.3 点火与测定底焦高度	125
11.4 加料	126
11.5 炉料配制	128
11.6 开风熔炼	131
11.7 脱硫处理	133
11.8 脱磷处理	135
11.9 风量风压控制	135
11.10 炉前控制	137
11.11 熔化后期操作	144
11.12 停炉后对炉内剩余物料的处理	144

第 12 章 冲天炉熔炼的生产自动化控制	146
----------------------------	-----

第 13 章 冲天炉的环境保护和安全生产问题	148
------------------------------	-----

下篇 熔炼原理及应用

第 14 章 冲天炉的熔炼原理	152
14.1 冲天炉内焦炭的燃烧	153
14.2 冲天炉内炉料的预热和下降	155
14.3 熔化带处炉料的熔化	156
14.4 铁水在过热带内的升温	157
14.5 铁水在炉缸或前炉的保温	157
14.6 冲天炉内风的不均匀性	158
14.7 侧吹式冲天炉的炉壁效应	160
14.8 炉料在冲天炉熔炼中的冶金过程	160

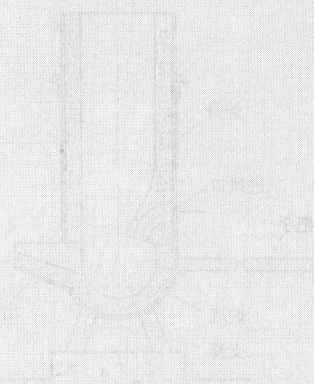
第 15 章 冲天炉的热平衡	165
15.1 热量的供给	165

15.2 热量的支出	166
第 16 章 提高冲天炉热效率的途径	171
第 17 章 冲天炉熔炼孕育铸铁的原理和方法	176
17.1 灰铸铁的力学性能和化学成分	176
17.2 铸铁的结晶过程和铁-碳双重平衡图	179
17.3 影响铸铁石墨化的因素	182
17.4 铸铁的结构特征和石墨的数量与状况对力学性能的影响	184
17.5 铸铁良好的铸造性能和切削性能	187
17.6 用孕育处理方法来控制铸铁的性能	188
17.7 孕育铸铁的孕育原理和理论依据	188
17.8 孕育铸铁的生产方法	189
第 18 章 低碳铸铁的冲天炉熔炼	197
第 19 章 球墨铸铁的冲天炉熔炼	201
19.1 球墨铸铁的牌号和力学性能	201
19.2 球墨铸铁的化学成分	203
19.3 球墨铸铁原铁水的配料要求及配料方法	205
19.4 球化和墨化处理方法	207
19.5 冲天炉熔炼球墨铸铁的特点和注意事项	211
19.6 球墨铸铁的缺陷与熔炼的相关问题	212
第 20 章 可锻铸铁的冲天炉熔炼	217
第 21 章 其他特种铸铁的冲天炉熔炼	223
第 22 章 冲天炉其他熔炼方法的应用	229
第 23 章 冲天炉熔炼常见问题及解决办法	233
参考文献	236

冲天炉

上篇

冲天炉



第 1 章

冲天炉类型和结构

在寻常铸造车间中，熔炼工作占有非常重要的地位，关于铁水的熔炼，可用固体燃料焦炭，也可用气体燃料、液体燃料或电力，目前焦炭熔炼的成本较低，所以铸铁车间大多采用以焦炭为燃料的炉子，冲天炉便是焦炭化铁炉中常用的设备，冲天炉熔炼铁水成本低，熔炼方便，设备简单，建造费用少，同时炉子热效率高，生产率高，能够较长时间地连续生产，并且在开炉熔炼中可以连续熔炼多种牌号的铁水，对于一般铸铁车间生产普通铸铁和高强度铸铁，应用冲天炉是完全可以满足要求的，在我国现有的铸造业中，冲天炉熔炼的铸铁占有很大的比重，有的工厂也采用了二级熔炼，即冲天炉熔炼的铁水再进入电炉内精炼，但它的前道工序仍然是应用冲天炉来完成。

铸铁的冶炼在我国有着悠久的历史，早在两千多年前，我国就发明了铸铁冶炼技术，比西欧要早得多，西欧炼铁技术是在 11~12 世纪由我国传入的。随着铸造业的发展，对铁水的材质也提出了愈来愈高的要求，于是就采用冶炼出的生铁为原料，进行再次熔炼，调整成分，提高铁水的温度等，提高质量以符合新的铸造要求，从而满足铸造生产日益发展的需要。

由于需要高质量的铁水，所以铸造生产向熔炼提出了一系列新的要求，也促使熔炼设备不断改进和进展，冲天炉就是这样逐渐发展的。

早先用于熔化的化铁炉是将生铁熔化为铁水，它熔化浇出的铸铁件强度、硬度都比较低，铁水的温度也不高，铸件晶粒粗大，组织不够紧密，因此只能作为一般的机件，许多要求高强度的零件，就无法铸成，由于生产量比较少，所以炉子也比较简单，容量也小，这就是早先使用的捣炉，如图 1-1 所示，风从一个下弯的风嘴进入炉内，这个风嘴的大小和下弯角度直接影响炉子的熔化和铁水温度，目前在小的生产作坊里还能见到这种炉子，出铁时撬起后面的炉杆把手，使炉子倾斜倒出铁水，其之所以尚有应用，是因为如果需铁水量少，并且小捣炉的修炉质量较好，风口位置、角度、大小都比较适宜，再配上合适的原辅材料，也能熔化出较好质量的铁水。作者曾用这种炉子制造高强度铸铁和球墨铸铁，得到了满意的效果，但在操作技术上，各方面都需严格掌握，此炉子

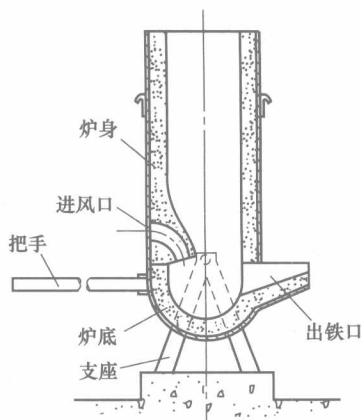


图 1-1 捣炉

因预热段的炉身极低，故总焦比不高，一般最高只有 1:5 左右。

随着铁水需要量的逐步增加和质量的提高，小捣炉炉身较矮，热量损失很大，结构非常简单，生产率低，已经满足不了需要，于是出现了容量较大的炉子，容量大了，炉身无法再倾转，因此加高炉身，成为固定的炉子，为了便于修搪，就把它改成可卸的三节，因此取名为三节炉，如图 1-2 所示，有的三节炉还加了风箱，风由总管进入风箱，再分别由几个风口进入炉内，这样由一个风口改为几个风口，它的进风量就比较均匀，炉料的熔化要比捣炉平稳，由于炉身加高，炉料的预热时间加长，热量的利用较充分，因此炉子的热效率比较高，这种炉子曾在一般的小型铸铁工厂、熔化

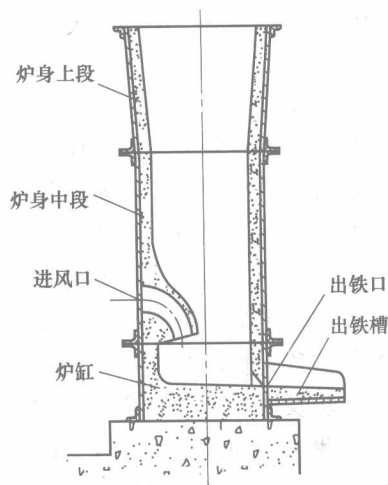


图 1-2 三节炉

量不是很大时，应用过较长的时间。

科学技术的发展促使生产技术不断进步，随着铸造技术的不断发展，许多大中型铸铁车间对铁水的需要量骤增，三节炉在熔化量、铁水成分和铁水温度等方面已不能满足生产的需要，尤其在高强度铸铁和合金铸铁出现后，必须有熔出铁水温度高、质量好的炉子来代替原有的熔化设备，于是铸造工作者就设计了预热效果比三节炉更好的固定式炉子，这种炉子预热带距离长，炉料可受炉气更好地预热，亦即废气的热量利用率高，整个炉子的热损失小，为了使铁水能储存一定的量，待一次出铁时有足够的量来浇注较大的铸件，并且使铁水的温度均匀稳定，于是加设了前炉，有的炉子为了提高铁水温度或者提高热量的利用率，还增加了空气预热器、热风炉胆等装置，由于炉子的产量大了，炉子的烟气量也随之增加，故炉子的顶部需穿过屋顶使烟气排出室外，在顶部增设了火花捕集器收集炉内排出的灰尘和火花，因为这种炉子高出屋外，高度较高，直冲屋顶，所以习惯上称为冲天炉，见图 1-3。实质上它就是一台熔炼铸铁铁水的熔炼炉。经过不断完善，我国已形成了各种容量、多种炉型和

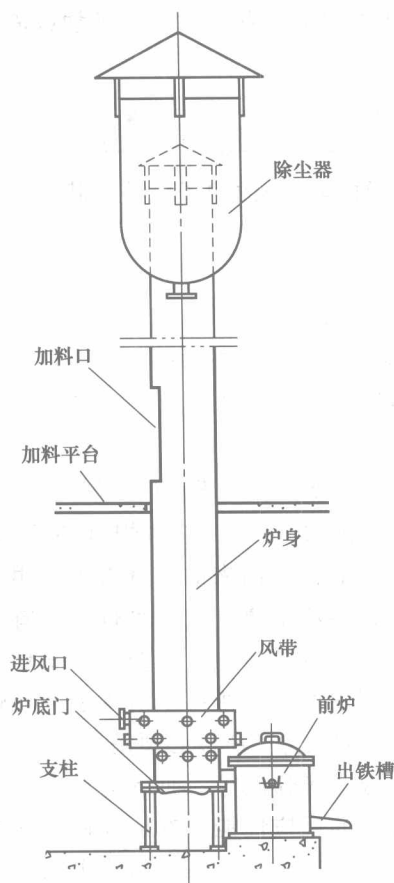


图 1-3 冲天炉

结构的冲天炉系列。国外冲天炉正向大型、热风、水冷无炉衬方向发展,铁水温度达 1500°C 以上,生产率有 10t/h 、 30t/h 、 40t/h 、 50t/h 甚至 100t/h 。燃料目前大多是固体燃料焦炭,亦有使用煤粉、气体燃料甚至液体燃料的。冲天炉目前正在向着大型和高质量熔炼方向发展。它已成为现代铸铁车间最常用的熔炼设备,在风口结构形式、送风的冷热温度方面,形成了许多不同的系列,有的还引入了加氧熔炼,在测量控制方面亦有将同位素和计算机技术引入应用。

在现阶段,有的工厂在将冲天炉改用电炉,虽然电炉有温度高、化学成分稳定等优点,但电炉设备投资大,故冲天炉仍有它的优势,如在消烟除尘方面加以改进,使烟气的危害性减少,灰尘清除掉,在环保方面采取一定措施,将会有利于冲天炉的进一步发展,这是完全可以做到的,只需要增加一些相应的附属设备。

在我国,冲天炉经过较长时期的实践应用,由于使用者的具体条件不同,所用原材料以及操作者的习惯不同,产生了许多炉型,各具特色,这些炉型只要使用操作得当,都能熔炼出优质铁水,作者曾在我国的东北、华北、华东、中南等地区进行过调查,许多工厂都根据自己的条件使用不同的炉子。但总地来说,不论结构形式有多大变化,外形变化并不太大。下面根据使用较多的一些形式、分类加以简要叙述。

1.1 按炉子的炉型分类

所谓炉型,就是指后炉在熔化区、过热区和炉缸等部分的炉子内壁形状,主要分为两种类型。

(1) 直筒型炉膛冲天炉

炉膛内壁平直,整个炉子呈直筒状,自上而下都是圆柱体,长期以来都是沿用这种炉型,炉子因是直线内壁,故修搪方便,炉子上下各处的送风不发生变化,见图1-4。

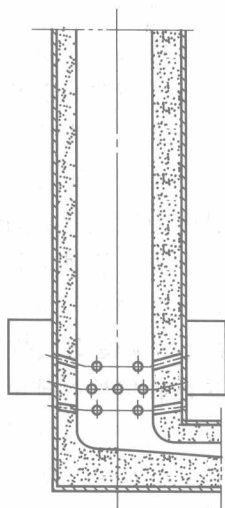


图 1-4 直筒型冲天炉

(2) 曲线炉膛冲天炉

炉膛内壁呈曲线的弯曲形状,在冲天炉的发展过程中,我国各地创造了各种形式的曲线炉膛,这些炉型的产生,往往是根据各地的燃料不同而创造出来的,过去土焦用得很多,一般正规的焦炭也都是冶金焦,只是最近几年有的焦化厂才开始生产铸造焦,虽然铸造焦、冶金焦、土焦都是焦炭,但它们的性能是不同的,铸造焦专门用于冲天炉的熔炼,要求有旺盛和持久的火力,所以必须是着火点高、固定碳含量高、反应性能低、灰分低等,而冶金焦主要用于高炉炼铁,希望它具有高的反应性能,参加炼铁中的氧化和还原反应,有利于矿石的还原,土焦是当地土法所烧制的焦炭,往往灰分高、焦炭质量不稳定,土焦现在都已

不用了。由于所用焦炭不同,为了使炉子燃烧稳定,产生高温炉气,熔炼出优质铁水,于是创造出了各种不同的炉型,曲线炉膛也形成了许多形式,总体说来,大致可归纳为灯罩型、倒瓶型、高炉型和卡腰型四种,如图 1-5~图 1-8 所示。从这些炉型再变化出许多大同小异的炉子形式。

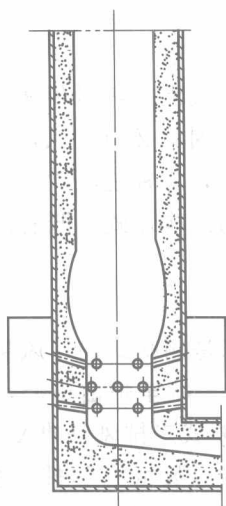


图 1-5 灯罩型冲天炉

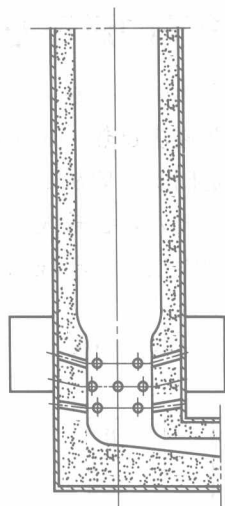


图 1-6 倒瓶型冲天炉

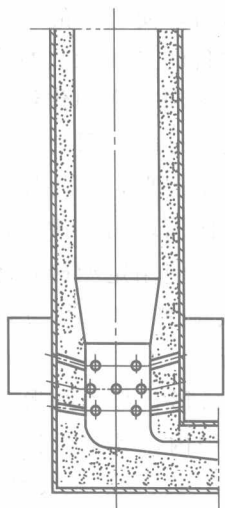


图 1-7 高炉型冲天炉

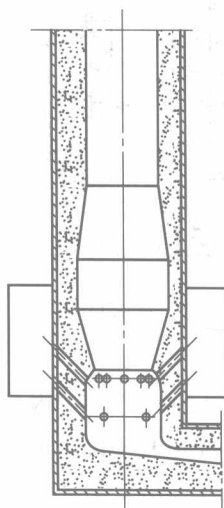


图 1-8 卡腰型冲天炉

曲线炉膛改善和强化了底焦燃烧,使炉内送风均匀,由此提高了炉子的热效率,曲线炉膛在风口处一般直径较小,而向上炉径扩大,于是在风口处的送风强度提高了,强化了底焦燃烧,并使风能更容易打至炉心,这样相应提高了炉气温度,因风口以上直径的扩大,使气流速度减慢,有利于炉气与炉料的热交换,降低热损失。

曲线炉膛冲天炉的表示方法是,以最大直径表示炉子的名义直径,熔化率、有效高度比(有效高度与炉膛直径之比)、熔化强度均以名义直径为基数来计算,风口比和送风强度用主风口处的炉膛直径计算,有效高度、底焦高度、炉缸深度均以第一排风口中心为基准计算。

1.2 按炉子的送风方式分类

冲天炉是由炉内焦炭的燃烧产生高温气流,由高温气流将热量传递给炉料,于是炉料熔化并逐步过热,焦炭的燃烧需要有空气供给,因此必须送风,送风有两种方式,一种是侧吹,即从炉子的侧面四周通过风嘴送入,一种是底吹,即从炉子的底部中央向上送入,在较大的冲天炉中也有两者混合的结构形式,既有侧吹亦有底吹,使风的供给达到比较理想的程度。

(1) 侧吹式冲天炉

在 10t/h 以下的冲天炉中,我国江南一带基本上都是侧吹式的,风从风箱侧面进入炉内,依靠风的压力吹至炉内中心,促使底焦充分燃烧,图 1-9 是侧吹式三排风口冲天炉的简图。

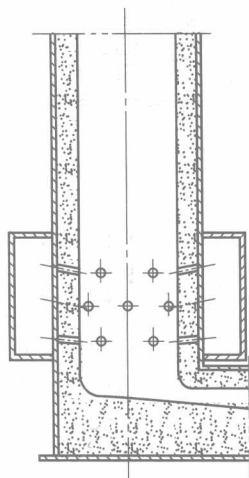


图 1-9 侧吹式三排风口冲天炉

侧吹式冲天炉的风口数量有单排和多排之分,单排风口是风口数只有一排,风口排数在一排以上的称为多排,有两排、三排、四排、五排或更多排数的,有的还加辅助风口,使上升的一氧化碳再次燃烧,采用多排风口的目的是强化焦炭燃烧,提高炉温,另一方面提高燃料利用率和焦铁比,每排风口数量一般均采用偶数。过去采用的是单排大风口冲天炉,在炉内壁风口呈扁形,是由外向内在圆周上逐渐扩大,所以风从四周均匀地进入炉内,促使焦炭在燃烧区燃烧,风口使用定型砖,砖内风口的形状由方形逐步变化成扁喇叭口形,用铸铁铸成,砌在炉内,如图 1-10 所示。

多排风口冲天炉,炉内呈多排上下交叉排列,风口形状都为圆形,其中有一排直径较大的为主风口,大部分的风都从此风口进入炉内,其余数排是辅助主风口的,促使焦炭充分燃烧,风口的方向一般是向下稍倾斜,倾斜的度数略有不同,倾斜的目的是使炉缸处的焦炭能继续燃烧,熔化后的铁水能够获得充分过热,有些冲天炉在多排风口之上增加了 1~2 排直径较小的风口,称二次进风,也有一部分风口水平吹入、一部分向下吹入混合的,有的炉子同时把其中的一部分风口向上、向下地倾斜,形成风口的交叉布置,这就是所说的多排交叉风口冲天炉,如图 1-11 所示。我国冲天炉的风口排数和形式有很多,根据各地焦炭质量的不同和对铁水的不同要求,各工厂做出了许多不同的形式,但目的只有一个,即设法提

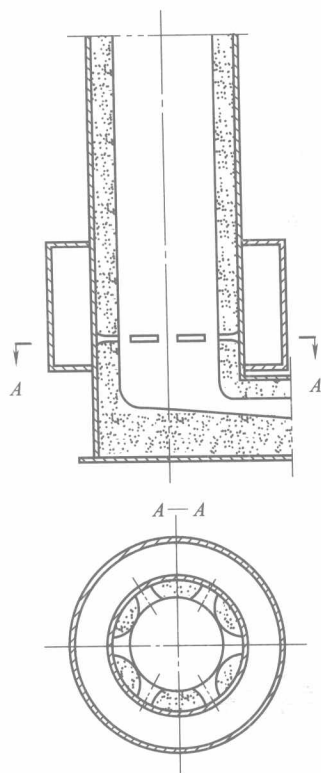


图 1-10 单排大风口冲天炉

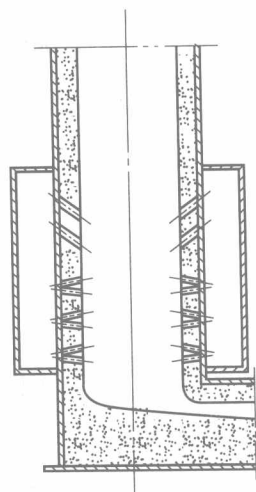


图 1-11 多排交叉风口冲天炉

高铁水温度和质量。

图 1-12 是多排小风口曲线炉膛冲天炉的典型结构，曾被广泛推广使用过，这种炉子焦铁比较高，但炉料块度不能太大。

侧吹式冲天炉由于风离开风口后，受到焦炭和炉料的阻止，要达到完全均匀地分布在整个截面上是不可能的，只能尽量地靠近这一理想状态，实际冲天炉的气流分布特性决定于风口的构造特征、风口的安排位置、炉内炉料的阻力以及风量风压的大小等。

(2) 底吹式冲天炉

冲天炉的另一种送风方式是底吹式，风从炉子的底部中央直接吹入炉内，由于底吹式冲天炉的送风是从炉子中央向上送入，故这种炉子亦被称作中央送风冲天炉，图 1-13 和图 1-14 就是这类冲天炉的简图，图 1-13 因为风嘴露出炉底很短，故称作短风嘴中央送风冲天炉，图 1-14 因为风嘴露出炉底较长，在进风管的四周用耐火泥做成的一个隔套围着，隔套上与钢管一起具有许多小孔，风便从这些孔中进入炉内，这种炉称作长风嘴中央送风冲天炉。短风嘴炉子在熔化开始后，风管的顶端会自然形成一个蘑菇状的焦帽，铁液便不会滴入到钢管内，同时，这个焦

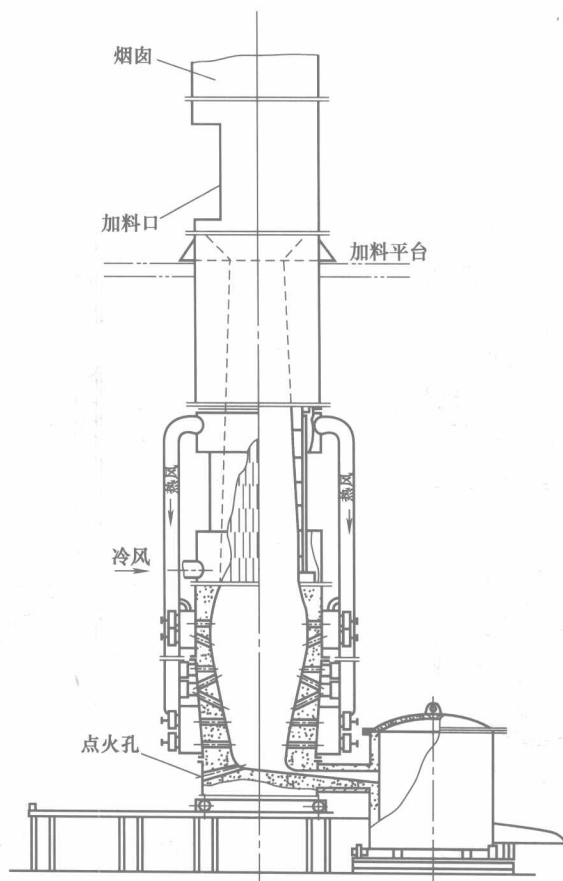


图 1-12 多排小风口曲线炉膛热风冲天炉结构简图

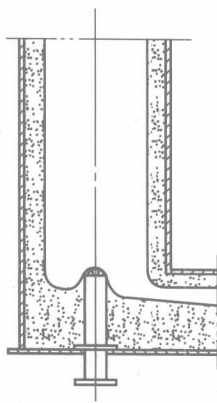


图 1-13 短风嘴中央送风冲天炉

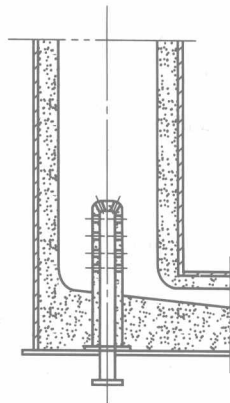


图 1-14 长风嘴中央送风冲天炉

帽比较松，风可从缝隙中大量进入炉内。短风嘴用于熔化率较小的炉子，而长风嘴用于大炉子。