

# 铸 铁 及 熔 化

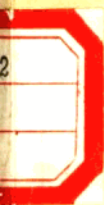
(上)

试用教材

北京钢铁学院

铸 工 教 研 组

一九七五年六月



北京钢铁学院

目录编号: 750261

定 价: 0.58元

校对者: 铸工教研组

印刷者: 北京钢铁学院印刷厂

76  
I

# 目 录

绪言:

## 第一编 焦炭冲天炉

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章: 焦炭冲天炉的基本结构及其操作.....  | 2  |
| § 1. 焦炭冲天炉的基本结构.....      | 2  |
| 一、炉底部份.....               | 2  |
| 二、炉体.....                 | 2  |
| 三、送风系统.....               | 4  |
| 四、集尘器.....                | 4  |
| 五、前炉.....                 | 4  |
| § 2. 焦炭冲天炉的操作.....        | 5  |
| 一、修炉及其附属设备的检查.....        | 5  |
| 二、烘炉和点火.....              | 5  |
| 三、停风加料.....               | 6  |
| 四、熔化.....                 | 6  |
| 五、停风打炉.....               | 6  |
| 六、操作事故及其防止办法.....         | 7  |
| § 3. 熔化次序的安排及炉前检查与控制..... | 7  |
| 一、熔化次序的安排.....            | 7  |
| 二、炉前检查与控制.....            | 8  |
| 三、炉渣的观察与控制.....           | 12 |
| 第二章: 焦炭冲天炉熔化铸铁的理论基础.....  | 14 |
| § 1. 冲天炉焦炭燃烧的情况.....      | 14 |
| 一、冲天炉内底焦燃烧的情况.....        | 14 |
| 二、焦炭的燃烧过程.....            | 16 |
| § 2. 冲天炉内的热交换.....        | 19 |
| 一、冲天炉内各带的划分和作用.....       | 19 |
| 二、冲天炉内热交换过程.....          | 19 |
| § 3. 冲天炉熔化时铸铁成份的变化.....   | 20 |
| 一、含碳量的变化.....             | 20 |
| 二、铁、硅、锰的变化.....           | 22 |
| 三、硫的变化及其降低含硫量.....        | 23 |
| 四、磷的变化.....               | 24 |
| 五、其他元素的变化.....            | 24 |
| § 4. 冲天炉炉渣.....           | 25 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第三章：影响提高铁水温度的因素         | 26 |
| § 1. 焦炭质量和数量对铁水温度的影响    | 26 |
| 一、焦炭质量的影响               | 26 |
| 二、焦炭数量的影响               | 27 |
| § 2. 风量、风温及富氧送风对铁水温度的影响 | 28 |
| 一、风量的影响                 | 28 |
| 二、风温的影响                 | 29 |
| 三、富氧送风的影响               | 31 |
| § 3. 风口大小和送风位置对铁水温度的影响  | 31 |
| 一、小风口                   | 31 |
| 二、风口排数和角度的影响            | 32 |
| 三、主副风口倒置的影响             | 33 |
| 四、中央送风                  | 34 |
| § 4. 炉型对铁水温度的影响         | 34 |
| 一、曲线炉膛                  | 34 |
| 二、座炉                    | 35 |
| 三、三节炉                   | 36 |
| § 5. 炉料对铁水温度的影响         | 36 |
| § 6. 操作对铁水温度的影响         | 37 |
| 第四章：配料计算                | 38 |
| § 1. 配料的原则              | 38 |
| § 2. 冲天炉熔化用的炉料          | 38 |
| § 3. 配料计算               | 38 |
| 第五章：冲天炉的设计              | 42 |
| § 1. 冲天炉结构的主要参数确定       | 42 |
| 一、冲天炉内径                 | 42 |
| 二、冲天炉总高度确定              | 42 |
| 三、送风系统主要参数确定            | 43 |
| 四、前炉各部份尺寸的确定            | 45 |
| 五、集尘器的主要尺寸的确定           | 46 |
| § 2. 冲天炉水冷装置            | 46 |

## 第二编 其他种化铁炉

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一章：无焦炭冲天炉       | 49 |
| § 1. 前言          | 49 |
| § 2. 无焦炭冲天炉的基本结构 | 49 |
| § 3. 无焦炭冲天炉操作要点  | 49 |
| § 4. 燃料燃烧        | 51 |
| 一、煤粉及其燃烧特点       | 51 |
| 二、重油及其燃烧特点       | 55 |

|                     |    |
|---------------------|----|
| 三、天然煤气及其燃烧特点        | 55 |
| §5. 铸铁的熔化与过热        | 57 |
| 一、铸铁的熔化             | 57 |
| 二、铁水的过热             | 58 |
| §6. 元素的烧损和炉衬的侵蚀     | 61 |
| 一、元素的变化             | 61 |
| 二、炉衬的侵蚀             | 61 |
| §7. 无焦炭冲天炉基本结构参数的确定 | 61 |
| 一、豎炉结构              | 62 |
| 二、过桥结构              | 63 |
| 三、前炉结构              | 64 |
| 第二章：反射炉及无芯工频感应炉     | 67 |
| §1. 反射炉熔化铸铁         | 67 |
| §2. 无芯工频感应电炉        | 67 |
| 一、无芯工频感应电炉的原理       | 68 |
| 二、无芯工频炉的结构          | 68 |
| 三、熔化工艺特点            | 69 |

### 第三编 冲天炉的附属设备

|              |    |
|--------------|----|
| 第一章：鼓风机      | 72 |
| §1. 高压离心式鼓风机 | 72 |
| §2. 迴转式鼓风机   | 75 |
| §3. 风机的调节    | 77 |
| 第二章：风量和风压的测定 | 80 |
| §1. 风量的测定    | 80 |
| §2. 风压的测定    | 82 |
| 第三章：温度的测定    | 83 |
| §1. 热电偶      | 83 |
| §2. 光学高温计    | 86 |

### 第四编 铸铁熔化的材料标准 (附表)

|         |    |
|---------|----|
| 1) 铸造生铁 | 89 |
| 2) 炼钢生铁 | 89 |
| 3) 硅铁   | 90 |
| 4) 锰铁   | 90 |
| 5) 高炉锰铁 | 90 |
| 6) 钼铁   | 91 |
| 7) 钒铁   | 91 |
| 8) 钛铁   | 91 |
| 9) 钨铁   | 91 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 10) 铬铁.....              | 92 |
| 11) 稀土金属.....            | 92 |
| 12) 硅钙合金.....            | 92 |
| 13) 铸造化铁用的焦炭.....        | 93 |
| 14) 冶金焦炭.....            | 93 |
| 15) 冲天炉用粘土质及半硅质耐火制品..... | 94 |

## 绪 言

在铸造生产中铸铁件占有最大的比重，而铸铁的熔炼又是铸铁件生产过程中的很重要的环节。为了获得优质的铸铁件，就应该是用最少的燃料而熔制出成份合格的，高温的，含最少气体和夹杂的铁水。因此如何改善熔炼方法，达到优质、高产、低消耗是生产中十分重要的问题。

在近代铸造生产中使用很多种类型的熔炉。如焦炭冲天炉（简称冲天炉）、无焦炭冲天炉、反射炉、感应炉、电弧炉等。其中最主要和最常见的是焦炭冲天炉；在我国几乎90%以上的铸铁车间是采用焦炭冲天炉，直到目前为止仍是铸铁车间的重要设备。

焦炭冲天炉之所以用得这么广泛，就是因为它的结构简单，熔化率高，热效率高，还能连续熔炼等独特优点。

在铸冶技术上，我国是世界上发展最早的国家之一；但由于长期的封建统治，特别是近百年来帝国主义的侵略，迫使我国工业生产停滞，技术落后；同样熔炼技术也处于十分落后的状态。

解放后，在毛主席的英明领导下，熔炼技术和各条战线一样，都取得了很大的发展。但也受到了刘少奇一类政治骗子所推行的反革命修正主义路线的干扰，他们推行“洋奴哲学”“爬行主义”，並极力鼓吹要依靠“洋专家”和按“洋教条”来办。他们不顾我国实际情况，强行推广三排大风口冲天炉，使我国生产的发展受到很大影响。

1958年以来，我国工人阶级响应毛主席“洋为中用”“古为今用”的伟大号召，在“独立自主”“自力更生”光辉方针指引下，创造了适合我国国情的冲天炉。如采用小风口，曲线炉膛，炉胆热风等技术，使我国的冲天炉熔炼技术得到了进一步的发展。特别是文化大革命以来，我国工人阶级遵照毛主席“中国应当对于人类有较大的贡献”的伟大教导，对焦炭冲天炉又进一步地进行改进，同时创造出无焦炭冲天炉，都取得了很大成绩。

铸铁熔炼的内容有：焦炭冲天炉，无焦炭冲天炉，反射炉和无芯工频感应炉等部份，在本课程中主要介绍熔炼过程的一般规律，通过实践和学习来认识它的规律，从而能掌握和运用这些基本规律来分析和解决生产中的实际问题。

# 第一篇 焦炭冲天炉

(又简称冲天炉)

## 第一章 焦炭冲天炉的基本结构及其操作

### §1 冲天炉的结构

冲天炉的基本结构如图1-1所示

它可分为炉底、炉体、送风系统、集尘器和前炉等五部份。下面分别叙述它的结构和各部份的作用

#### 一、炉底部份：

冲天炉炉底部份包括炉基、炉腿、炉底板以及炉底门等结构。

炉底部份的作用主要是：牢固地支撑炉子的本体和炉料的重量，打炉时便于清理炉内残余炉料及修炉时出入用。

炉基是用混凝土和卵石构筑而成。炉底板，炉腿和炉底门可用钢材或铸铁铸成。炉腿用螺栓紧固在炉底板和炉基上，冲天炉的炉壳用螺栓紧固在炉底板上。上面叙述的炉底部份结构是一种固定式炉底；另外还有一种活动式的炉底（而炉缸和炉底连在一起），可以拉出来，在活动炉底的炉子支柱上有轨道，在轨道上方有移动的轮子，轮子固定在炉底板上。这种结构使修炉方便，可提高修炉效率，改善劳动条件，目前国内采用活动炉底的炉子多数是新建的曲线炉膛的小冲天炉。

炉底门一般做成半圆形，在炉底门上钻出一些直径为10~20毫米的通气孔，为烘炉时排出炉底内的水蒸气。炉底门的关闭多数是采用手动的；但也有采用机械传动来关闭炉底，此种办法较为安全。

#### 二、炉底：

冲天炉炉体可分烟筒、炉缸、炉身三部分。炉体的外壳用6~12毫米的普通钢板焊成，为了提高炉壳的刚度以及为了支撑炉衬，在炉壳内表面上，每隔1~1.5米的高度上焊上一层支撑圈，其结构如图1-2。

炉身的内衬用耐火材料砌成。在砌炉衬时，炉衬和炉壳之间应留有间隙，以防炉衬受热膨胀而胀坏炉壳，这层间隙可以填充砂子或渣棉材料，这样它又起到了绝热作用。

#### 1. 烟筒：

烟筒是加料口上方直筒形的一段，其作用是将炉气和炉尘引到车间外面去。为了减轻炉体重量，烟筒直径可以比炉身直径小（一般为炉身直径的0.8倍）。为了厂房安全，烟筒内层也应砌有耐火材料，由于此处温度低，可以用较次的耐火砖。

#### 2. 炉身：

炉身：是指炉子的加料口以下到最低一排风口的一段。在加料口下沿的炉衬用铁砖砌

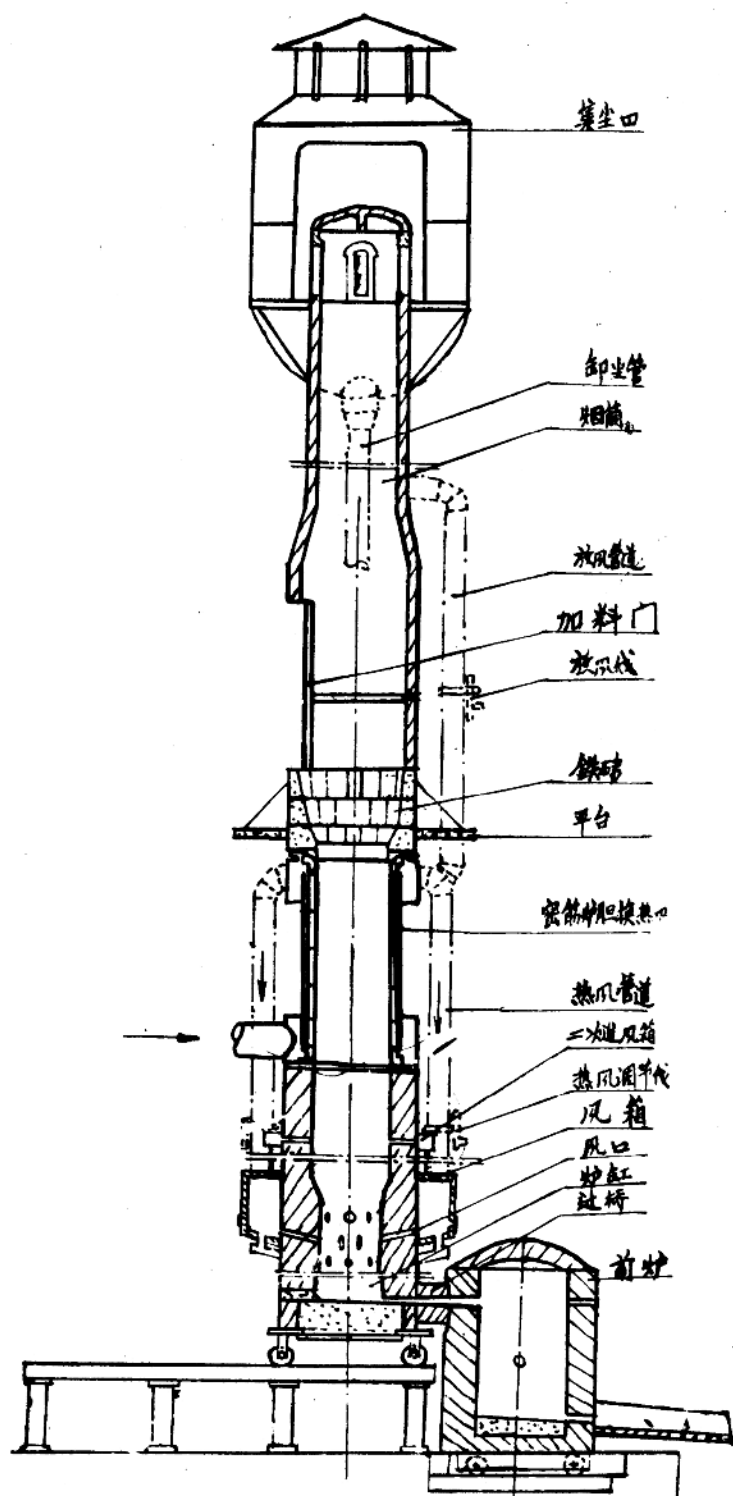


图1-1 冲天炉基本结构图

成，以防炉料砸坏炉衬。为了减轻铁砖重量，铁砖的结构应为空心的。空心部份填充砂子。其余部份用耐火材料砌成。

### 3. 炉缸：

炉缸：是指最低一排风口到炉底这一段，炉缸的外壳上留有工作门，作为点火或修炉等用。炉缸对无前炉的冲天炉可起贮存铁水之用，此时炉缸应留出出铁口，出渣口。但对有前炉的冲天炉来说，只起汇集铁水滴，流入前炉的作用。

炉缸的底部——称为炉底，炉底用型砂捣成；因为型砂烘干后较松散，打炉方便。

### 三、送风系统：

送风系统的作用：是将鼓风机来的风送入炉内。其中包括风管、风箱和风口。

风管是联接鼓风机和风箱之间的管道。风管安放位置应保证风箱内的空气均匀充满，使各个风口均匀进风，同时为了减少阻力损失，风管应越短越好，拐弯越少越好。

风箱作用：保证在每个风口前有一定的风的储备量，使风能均匀而又平稳地送到各个风口内，保证炉内进风均匀。在风箱上正对每个风口处设有窥视孔，并装上可以开闭的孔盖，作为观察炉内情况和清理掉风口处的结渣。

### 四、集尘器：

集尘器有收集灰尘和熄灭火星的作用，其结构如简图1-3所示；其原理是利用烟气进入集尘器后，流速降低和运动方向的改变，使灰尘和火花沉积下来，通过集尘管排出。集尘器的直径一般为烟筒直径的2倍左右，高度为烟筒直径的3倍左右，集尘器的底部斜度应为 $30^\circ$ 以上。上述集尘器是属于干法除尘；也有用喷水的方法，将烟气中的灰尘、火星喷湿而沉积下来，这种方式叫做湿法除尘，不过目前国内用湿法除尘较少，多数还是用干法除尘。

### 五、前炉：

前炉有贮存铁水，使铁水温度和成份均匀，减少增炭、增硫之作用，并且使铁水与炉渣很好的分离开。但是有了前炉后，会使铁水温度稍有降低，并增加了修炉的工作量。现在大多数工厂均有前炉。

前炉的外壳用钢板焊成，内层砌耐火砖，同时在炉衬内表面还搪上一层焦末或者粘土和石墨粉的混合物，使之清理前炉炉渣容易。

前炉与冲天炉炉体联接的通道称为过桥或称为过铁道，用耐火砖砌成。

在前炉的外壳上，与过桥底同一水平高度而正对过桥孔的位置上，设有观察孔，以便观察铁水和炉渣经过过桥时的情况，并能通过此孔用铁钎子清理过桥。在正常情况下，将孔盖关上。

前炉的下部设有出铁口、出渣口、出铁槽、出渣槽。前炉绝大多数是固定式，只有极少数的前炉可以移动。

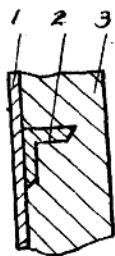


图1-2支撑图  
1. 炉壳；2. 支撑  
图3. 炉衬

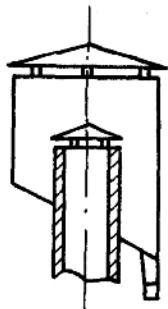


图1-3 集尘器

## §2 冲天炉的操作

冲天炉的操作是否合理，直接关系到炉子能否进行正常熔炼，同时对铁水的质量也有着决定性的影响。为此应结合本厂的实际情况，建立起冲天炉的操作规程和相应的检查制度。下面按其操作步骤做简要说明。

### 一、修炉及其附属设备的检查：

在开炉前应有人对炉体情况和修炉质量进行认真地检查。检查内容主要包括：对炉壳、炉底、炉衬、闸门、风口、观察孔等的检查，同时对鼓风机、加料机、工具、仪表等设备也要进行检查和加油，如有毛病及时处理。

开炉前应特别注意对修炉质量的检查，修炉时应注意下列几点：

1) 每次修炉的部位是修理熔化带以下的区域，前炉和过桥也应修理。修理前炉应仔细地将粘在炉衬上的渣子敲去，最好用力一次凿下，否则锤击次数过多，未侵蚀的砖衬容易松动，下次就不耐用了。对于需要换砖或修补的地方，要把渣子仔细地清除掉，否则就将耐火材料涂在渣子上，开炉后这块地方的耐火材料很容易和渣一块剥落下去。

2) 对侵蚀不大的地方，其表面渣釉层不必清除，它有保护炉衬的作用。

3) 对侵蚀深度很深的地方（深度大于25毫米），应该用新的耐火砖换上；对侵蚀深度小于25毫米处可用修炉材料修补（内有耐火粘土、石英砂或耐火砖粒和水混成），修炉材料水分愈少愈好，只要能粘上就行，因为水多不易烘干，而且也容易裂。

4) 修炉衬时要修成平直，表面光滑，且不可修成凹凸不平；以防挂料。但对风口处，应当在风口上方修砌成稍有凸起，风口下沿稍有凹入，这样的形状不会使铁水和渣子滴入风口内。

5) 炉底的修理：炉底用型砂筑成；先将炉底门关上，并用泥在炉底门接缝处涂抹，然后上面分层用型砂捣实，每层厚度不应太厚，一般不超过30毫米，否则砂层过厚，炉底上下紧实不均。在炉底边缘部位比中心要捣得紧一些，并与炉壁连接处做成圆角，以免铁水从边缘缝隙流出。炉底要修有一定斜度（一般为5%）倾斜于出铁口的方位。保证在炉底上不存铁水；否则在开炉初期存铁水时，由于温度低而容易冻结，同时使后来的铁水温度降低。

为使炉底能较快地烘干和打炉时炉底能迅速落下来，常常是在炉底捣实型砂前先铺一层筛过的炉渣和干砂子。

6) 前炉的修理：前炉的修理基本上与冲天炉炉体的修理相同；值得注意的地方是出铁口，出铁口可用耐火泥或用耐火砖砌成；为了防止出铁口冻结，一般应使出铁口有较小的厚度和内大外小的喇叭口形。另外在出铁口附近的出铁槽也要修得光滑（在表面上涂上一层石墨粉或焦碳粉）以防铁水粘上。

出渣口为了防止渣被堵塞，其厚度也应越小越好，最好也做成喇叭口形。

### 7) 修炉质量的检查

检查修炉质量时，应特别注意炉膛的尺寸和风口的大小，并做记录。同时也要观察风口、过桥孔、前炉观察孔、出铁口、出渣口等，有无被忘记的碎砖、耐火泥等物堵塞，以免开炉后造成被动

## 二、烘炉和点火

修完炉后需要烘烤炉衬，炉衬的烘烤通常是与点火操作结合在一起的；一般冲天炉的点

火是在开始熔化前2~3小时进行。

修完炉底后，将跑花和小木柴从点火门（后炉工作门）放在炉底上，使其铺满炉底（达到保护炉底的作用），再从加料口投入大块木柴，接着装入第一批焦炭，其加入量为底焦总量的2/3；其块度通常是选些较大块来作底焦，点燃跑花和木柴，然后令其自然通风进行燃烧，使炉衬得到烘烤和加热。与此同时，用木柴或煤气等物在前炉点火烘烤。出铁口、出铁槽也应烘干和予热。待吹风将第二批焦（1/3）加入炉内，封死点火门和前炉炉盖及前炉工作门；开鼓风机吹风3~4分钟，以使炉内灰分吹掉，并使底焦猛烈燃烧，提高炉温。吹完灰后量底焦高度，如果底焦偏低时，可以再补加一些；如果合适即可进行加料。因为底焦高度对铁水温度有很大影响，所以一定要测量底焦高度。到此，烘炉和点火操作已全部做完。烘炉和点火的方法各个工厂都有自己的经验，因此做法也不完全相同；只要将炉子烘透而不裂，底焦烧得白亮，（从风口看出）而且高度合适就行。

在点火过程中，部份风口盖一直是开着的，吹灰时才关上，吹完灰又把风口盖打开，直到开风后才关闭。

### 三、停风加料：

在底焦上面先加入造渣材料（石灰和萤石），其数量为以后每批加入量的一倍，然后加金属料和焦炭（即层铁和焦），在层焦上面又加熔剂，熔剂上面又是铁料、层焦、熔剂；这样一层层地加到加料口为止。如果改变铁水成份时，可以采取连续加2~3批焦炭——称隔焦，可避免不同成份的铁水相混合。熔剂应加在炉子中心避免剧烈侵蚀炉衬，熔剂加入量，一般为每批焦炭重20~30%；块度为20~40毫米。

### 四、熔化：

加完料后，经过10~30分钟予热炉料（多数炉子为半小时），才开始送风；这样做可以提高开炉初期的铁水温度，使熔化过程和铁水温度很快地达到正常情况。

在予热期间，应将风口盖、出铁口、出渣口打开，让其自然通风，缓慢燃烧，以达到予热炉料的目的。刚开始送风时先不要关上风口盖，过一分钟再关上，以免炉内产生的CO进入风箱和风管，可能会引起爆炸。

若底焦高度合适，则在开风后5~6分钟从风口即可看到铁水滴下，在10分左右即可从出铁口流出铁水。如果这两个时间过长，说明底焦过高，反之说明底焦过低，下次开炉时应对应底焦高度进行调整。

当熔化后，一般是将最初的低温铁水放出一小部份。然后再堵上出铁口，以防出铁口冻结。开炉第一包铁水因硫高，温度低、不宜浇重要铸件。

在整个熔化过程中，必须保证正确的加料制度，坚持鼓风制度，不得无故停风；同时保证风口明亮而清洁。这对于保证铁水质量，降低燃料消耗是十分必要的。但是由于冲天炉熔炼过程受到各个方面因素的影响，因此在生产上往往不完全能符合要求，为此必须建立检查与控制制度，一旦发生问题及时采取措施，只有这样才能避免产生事故。

### 五、停风打炉：

当熔化任务完成后，就可以停止加料。炉内料逐渐熔化，为了防止风量，风压波动过大，往往是采取减少风量或者在最后一批料上加一层焦炭（打炉后使用过的焦炭），来增加料柱阻力，保证最后几批料不会造成过度氧化。

停风打炉前必须出净铁水，在停风时先将风口盖打开，以免发生爆炸事故。打开炉底门时应特别注意安全；落下来的底焦和未熔化的金属料用水熄灭。有炉胆换热器的炉子，打炉

前后均不能停风，只能是放掉热风（即热风不经过风口而放到外边）。打完炉后经十多分钟后才能停风，否则烧坏炉胆换热器。

#### 六、操作事故及其停止方法：

1) 棚料：在加料口处的炉料长时间不下降或间歇式下降，在风压表上会发现风压有很大的波动，这就是棚料的象征。大炉子棚料是比较少的，但对小炉子就容易出现棚料现象。

产生棚料的原因：通常是由于炉料块过大或过于细长，炉衬凸凹不平，炉膛修成上大下小的不正确的斜度，有效高度过高等原因。防止办法，除消除上述原因外，还可以采用长铁钎子桩打料层，同时搅动或短期停风等办法，均可消除棚料。如果棚料时间长，应先将铁水放尽，同时也相应多加几批焦炭——称接力焦，以防出来的铁水温度过低。

2) 爆炸：爆炸产生的原因有多种：第一种是因加料不小心而将爆炸物加入炉内，引起爆炸事故，这种事故只要加料时注意即可防止。

第二种是由于煤气和一定比例的空气混合燃烧而爆炸，如风机停止供风时，部份风口盖未打开，使炉内产生的CO进入风箱，风管内，甚至跑到风机内，待风机重新送风时或因风口盖漏进一部份空气，当CO和空气以一定比例混合后突然燃烧而发生爆炸事故。为此在停风时必须打开部份风口盖，使空气进入风箱，风口内，补助炉内CO的燃烧；在重新开风时，开风后一分钟再关上风口盖，以便将风箱，风管内的气体吹出。

第三种：打炉时由于地面潮湿，炉底上有残留铁水，当落下来时使水突然蒸发而产生爆炸，因此炉底地面和前炉坑均应保持干燥。第四种：禁止用凉的铁棒直接插入铁水。这是因为凉铁棒上有吸附水，当一下插入铁水后，水突然受热蒸发而发生爆炸，很容易烫伤入，应特别注意。

3) 炉壳红热现象：常常因炉壁被侵蚀，或因炉衬修砌不良，致使炉气、铁水直接和炉壳接触，使局部炉壳产生红热现象。一般出现这种现象只要喷水，吹风冷却就行；在炉缸或在前炉出现红热现象，也可以喷水冷却。但是一旦有铁水流出，应立即停止喷水，以免产生爆炸事故。同时应先停风出铁，后再进行冷却。

4) 风口结渣：一般冲天炉由于送的是冷风，这样在熔化过程中，炉渣下降穿过风口前区时，极易被吹冷凝聚，当凝聚过多，便在风口前结渣，阻碍空气送入炉内。因此必须除掉风口前的炉渣，只要把渣子推向中心或左右皆可，且不可用铁棒在风口内乱搅动；否则会扰乱炉内原有气流的分布，使炉内气流不稳定。

在熔化过程当中，还会可能发生炉底漏铁水，过铁道漏铁水，过桥堵塞，出铁口打不开，出渣困难、炉底落不下来，炉缸冻结等事故，只要我们在开炉前能严肃认真地检查，并且能够按操作工艺规程去做，上述各种事故是完全可以避免的。

### §3 熔化次序的安排及炉前检查与控制

#### 一、熔化次序的安排：

冲天炉的熔化过程是十分复杂的，它受到各方面因素的影响，因此对熔化次序的安排，要考虑到炉子的熔化特点，温度，成份的变化，车间的工作制度以及操作方法等因素，才能保证熔炼出各种牌号的铸铁。

一般冲天炉在熔化开始时，铁水温度有一个上升的过程（约半小时左右），逐渐达到最高温度。在熔化后期，由于炉衬侵蚀，炉膛内径变大，相应的炉子送风强度减小，从而出现

温度下降的现象。因此应根据整个熔化过程中温度变化情况来安排各种牌号的熔化次序。所以重要的铸件（如机床厂的缸体，床身等重要铸件以及球墨铸铁）应安排在温度较高时间内熔化；对低牌号铸件可以安排在头几批或熔化后期熔化。

冲天炉在整个熔化过程中，铁水的化学成份也是变化的，也就是说：熔化同一牌号铸铁熔化前期增碳、增硫高，而硅锰烧损少，这是因为底焦在开始熔化时被铁水冲刷，底焦中除已挥发的硫外还有剩余的硫渗入铁水中，促使开炉初期几包铁水硫高，另一方面是由于使开炉初期的铁水温度尽快地升高，在点火时将底焦一般是多装一些，这也就造成头几包铁水增碳多的原因。所以熔化初期的铁水一般不用来浇注重要铸件，而是浇砂箱、芯骨等不重要的铸件。

在熔化后期硅锰烧损增加；因为后期料柱逐渐降低，炉内阻力下降，送入炉内的空气量相应增加，结果使铁水出现过氧化现象，造成硅锰偏低。所以熔化后期也不适于浇重要铸件。

关于化学成份的波动问题，如果开炉时间短、碳、硅变化不大，可以在炉前适当增加硅铁来调整。如果时间长，碳、硅变化较大，则应调整炉料配比。

#### 交界铁水的处理：

冲天炉熔化时，由于炉料大小不同，金属炉料的熔点也不同。因此前一批料还未熔化，后一批料中低熔点的炉料已经熔化下来，造成混料。为了保证铁水成份均匀，前炉应当贮存一定量的铁水后再进行浇注。

当两种不同牌号的铸铁熔化时，为了防止过多的交界铁水，因此在层焦中多加一批焦炭，称之为隔焦，目的就是使两批料不要同时熔化。而造成一个停歇时间，便于掌握，并将前炉铁水出光，以免在前炉中铁水混合。然而实际上混料的情况总是有的，只是多少的问题。一般是把前一种牌号的后两批料和后一种牌号的前两批料作为交界铁水。交界铁水的牌号介于二者之间。例如HT15-33和HT20-40的交界铁水，可以用来浇注HT15-33的厚大铸件，或者浇注HT20-40的薄壁小铸件。这是由于铸件结构不同而导至冷却速度不同，最后铸件的性能确实能达到要求，使交界铁水得到合理的使用。

在安排熔化次序时，应把相近的牌号安排靠近。如HT15-33→HT30-54。而不应安排成HT15-33→HT30-54→HT20-40。

在处理球墨铸铁时，要特别注意，不要使球铁铁水与普通灰铸铁铁水混合，因为灰铸铁中含硫高。

#### 二、炉前检查与控制。

冲天炉的熔化过程是十分复杂的，因此在生产上铁水成份和温度常常是变化的；为此必须有严格的检查与控制的制度；一旦发生问题能及时采取补救措施，只有这样才能不会给国家造成损失。

当铁水出到铁水包内，怎样才能迅速地判断铁水是否合格呢？如果不符合要求又怎样处理呢？

铁水的质量主要是由铁水的化学成份和温度所决定；铁水温度可用光学高温计或热电偶来测量。铁水的化学成份可用快速分析的方法来测量。如果条件不具备，可以采用三角试样来检查，它是生产上用得最多而且是最快的办法。同时也有采用圆棒试样来检查。还有一种用热电偶测冷却曲线来测定碳当量的办法。

##### 1. 三角试样

三角试样的检验，是根据冷却速度对铸铁组织影响的原理。因为三角试样尖端和底端的厚薄不同，所以可以根据断口组织的情况来迅速地判断铁水成份、机械性能的情况。

三角试样的大小，目前没有统一的标准，可根据车间产品的特点而定。一般三角试片尺寸如图1-4

三角试样的砂型，一般做成潮模，也有制干的砂芯。

从铁水包中，取出适量铁水浇注三角试样，待冷却到暗红色（500~600℃），从砂型取出，去除表面砂子，侵入水中冷却，擦干后再折断，观察其断口组织的情况。（如图1-5）。

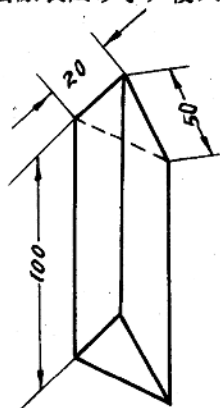


图1-4 三角试样

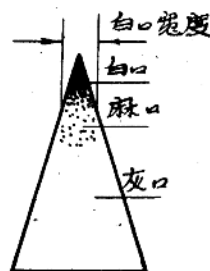


图1-5 三角试样断口组织

常常会看到在尖端处有一段白亮的组织，实际上就是白口铁。一般常以白口铁的宽度来表示白口情况，白口宽度的大小标志着铁水碳当量（碳当量= $C + \frac{1}{3}Si$ ）的高低。白口宽度愈小，铁水的碳当量就愈高，反之碳当量低，则白口宽度也就越大。因此我们可以根据白口宽度来掌握铁水大致的碳当量。

由于工作条件不同，一铸件总是有薄有厚，也就是说一个铸件冷却时，总是有冷却快的地方和冷却慢的地方，即使碳当量相同，也会得到不同组织。在这种情况下，那么怎样来确定铸件所需要的白口宽度呢？首先应保证铸件薄壁地方不产生白口，其次保证铸件最主要部份满足性能要求，然后兼顾其他。

如果出炉铁水白口大了，说明铁水中碳当量低于所要求的范围，这时可在铁水包内加入硅铁。据生产实践表明，每增加0.1%硅铁（含SiZ>75%）。白口宽度可减少1毫米。如果白口过小，说明碳当量高于所要求的范围。这时铸件的机械性能就可能达不到要求，可以在炉前加适当锰铁或铬铁，利用锰、铬的反石墨化作用，来提高白口宽度。也有的工厂同时加入适量的铜屑（紫铜），可以起到细化组织作用，使铸件机械能达到要求。

如果白口宽度与要求的相差太远，处理不能挽救时，就根据白口宽度的情况来浇注其他铸件。甚至浇注回炉铁锭。

对于具体铸件，要根据加工情况，强度要求，从生产中经过摸索，参考化学成份及机械性能试验结果，来掌握对白口宽度的要求和控制范围。通常白口宽度与铸件性能有以下关系如表1-1

表1-1

| 白口宽度与铸件厚度的百分比 | <15%           | 15~20% | 25%左右 | 40~50% | >70% |
|---------------|----------------|--------|-------|--------|------|
| 铸件性能          | 加工性能最好<br>但强度低 | 加工性能较好 | 强度最高  | 耐磨性最好  | 加工性好 |

## 2. 圆棒试样

圆棒试样是用金属型浇注成圆棒（其模具尺寸1-6图），根据铸铁在结晶时，体积收缩与膨胀的特性来观察试样顶部的特征，以及折断后观察白口的深度的情况。这种检查方法应用于低牌号铁水较合适（如HT15-33以下牌号）检验的情况如下图1-7所示

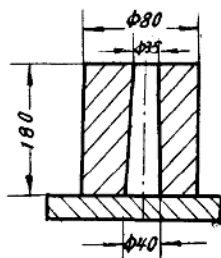


图1-6 圆棒试样模具

| 试样外形 |                  |                    |                    |      |      |     |
|------|------------------|--------------------|--------------------|------|------|-----|
| 断口情况 |                  |                    |                    |      |      |     |
| 白口深度 | 2毫米              | 5毫米                | 8毫米                | 10毫米 | 15毫米 | 全白口 |
| 铁水牌号 | HT0-0<br>HT15-33 | HT15-33<br>HT20-40 | HT20-40<br>HT25-47 |      |      |     |

图1-7 圆棒试样

## 3. 利用冷却曲线测定炭当量：

炉前利用测铁水冷却曲线，建立液线温度和炭当量之间的关系，用它来确定铸铁的炭当量的方法，是一个比较先进的方法，可以快速（约一分钟）达到控制铁水成份的目的。

普通灰铸铁的化学成份，除铁以外还有碳、硅、锰、磷、硫五大元素，其中对铸铁机械性能影响最大的是碳和硅。这是因为碳和硅（或称碳当量  $C_E = C + \frac{1}{3}Si$ ）的含量与机械性能有密切关系。图1-8是某厂灰铸铁的碳当量与抗弯强度的关系。因此控制铸铁的碳当量能有效地控制铸铁的机械性能。

普通灰铸铁的液相线温度与许多元素有关。但可简化成铁-碳-硅三元合金。並由此建立了液线温度与碳当量之间基本关系式：

$$T_{c^{\circ}\text{液线}} = 1669 - 124(C\% + \frac{P}{2}\% + \frac{Si}{4}\%)$$

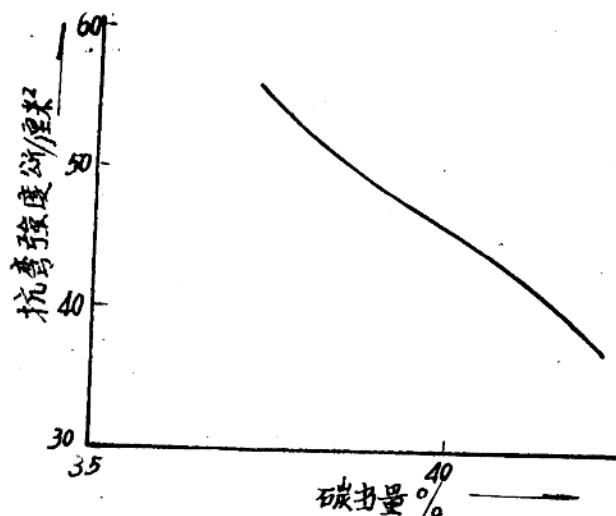


图1-8 碳当量与抗弯强度的关系

式中： $C + \frac{P}{2} + \frac{Si}{4}$  接近人们普遍认为的碳当量 ( $C_E = C + \frac{1}{3}Si$ )。图 1-9 是液线温度与炭当量的关系。图中说明了一定的炭当量对应一定的液线温度，反之，如能测出铁水液线温度，也就能确定它的碳当量。

在金属学中，常用热分析法测定冷却曲线的斜率变化（拐点）来确定液线温度。

如有 A 成份铸铁见图 1-10 所示；当液体从 1 点冷却下来，由于含硅的影响，冷却至 2 点开始有固体析出（结晶），因而冷却速度变慢，出现了液体变固体的开始转折点（拐点），该点便是 A 成份铸铁的液相线温度。再根据液相线温度与碳当量的关系，即可得到 A 成份铁水的碳当量。其实验装置原理图如下所示，见图 1-11。

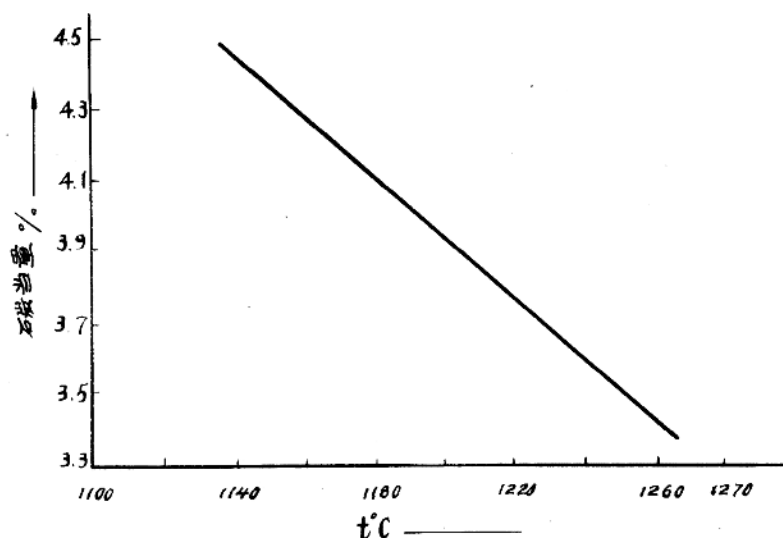


图1-9 液线温度与碳当量的关系