

成都工学院图书馆 340:82  
基本馆藏

# 可鍛鑄鉄生产技术 綜合經驗

中国农业机械化科学研究院等編



中国工业出版社

6115  
34

# 可鍛鑄鐵生產技術 綜合經驗

中国农业机械化科学研究院等編

中国工业出版社

全书按工序排列分为四个部分：第一部分：熔炼；第二部分：黑心可鍛鑄鉄的热处理；第三部分：鑄造工艺；第四部分：可鍛鑄鉄生产新技术。

本书是綜合了我国各有关工厂几年来生产可鍛鑄鉄的經驗，經过分析、研乳和总结，加以汇编而成。书中結合了我国目前的生产水平，提出了一套較切实可行的生产經驗和技术措施，可供各有关工厂在生产中参考使用，对各工院校鑄造专业师生也有一定的参考价值。

### **可鍛鑄鉄生产技术綜合經驗**

中国农业机械化科学研究院等編

\*

中国农业机械化科学研究院編輯（北京德外南沙滩）

中国工业出版社出版（北京德外南沙滩10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行，各地新华书店經售

\*

开本  $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ，印張  $3 \frac{3}{4}$ ，插頁 1，字数 94,000

1963年3月北京第一版，1963年3月北京第一次印刷

印数：0,001—1,101，定价（10-6）0.73元

\*

統一书号：15165·2018(农机-38)

## 前 言

可鍛鑄鐵生產在我國雖有二十多年歷史，但全國各地的生產技術水平相差甚懸殊。除少數原來有基礎的工廠生產較為穩定外，大部分中小型工廠還存在着質量不良、廢品率高、退火周期長等問題。特別在當前原材料存在一些質量上的問題，因此，可鍛鑄鐵的生產，並不能滿足國民經濟提出的迫切要求。

另一方面，通過三年大躍進、技術革新和技術革命，可鍛鑄鐵的生產也取得了豐富的經驗和比以前較大的發展。很多工廠取得了利用土鐵、土鋼與土焦生產可鍛鑄鐵的豐富經驗。長春第一汽車廠與哈爾濱工業大學共同研究試製出硼鈹孕育可鍛鑄鐵，硼砂與鈹礦砂代替硼鐵與金屬鈹等新技术，在縮短退火周期方面取得了較顯著的成績。在三年大躍進中，這些實際生產中積累的經驗是寶貴的、豐富的，值得認真總結。

根據上級指示，由中國農業機械化科學研究院負責組織國內有關工廠、研究機關、學校於1960年8月26日在北京共同總結經驗，通過討論、研究與分析，採取“集體編寫，分工負責”的方法，並按工序加以編輯整理，匯編成冊。供生產可鍛鑄鐵的各有關單位參考。通過經驗交流，促進我國可鍛鑄鐵生產水平的提高。

這次匯編工作，由於時間倉促，未能全面收集工廠的生產經驗、研究單位和學校的科學研究成果。因此，國內豐富的生產經驗與科學研究成果沒有能夠全部吸收到匯編中來。另外，將先進經驗配套成龍，對我們來講是一項新的工作，還缺乏這方面的經驗。因此，不論在內容的選擇上或匯編方式上，都存在不少缺點與問題。希望讀者們，特別是有關單位多多提出寶貴的意見、經驗總結及有關的技術資料，以便再版時補充修正。

4

本汇编共分四大部分：

第一部分：熔炼；第二部分：黑心可锻铸铁的热处理；第三部分：铸造工艺；第四部分：可锻铸铁生产新技术。

参加这次汇编工作的单位有：中国农业机械化科学研究院、上海华丰钢铁厂、长春第一汽车厂、西宁农牧机械厂、上海熊光铸铁厂、黑龙江北安新生机械厂、上海正利机器铸铁厂、北京农业机械厂、北京利群铁工厂、黑龙江农业机械厂、贵阳农业机械厂、哈尔滨工业大学、第一机械工业部铸造研究所等单位的工作人员。

# 目 录

## 前言

## 第一部分 熔 炼

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 一、熔炼设备 .....                | 9  |
| (一) 简易化铁炉 .....             | 9  |
| (二) 冲天炉 .....               | 14 |
| 1 熔炼可锻铸铁对冲天炉结构的基本要求 .....   | 15 |
| 2 我国生产可锻铸铁工厂使用的冲天炉介绍 .....  | 20 |
| 3 冲天炉炉衬 .....               | 22 |
| 4 冲天炉的水冷却炉壁 .....           | 35 |
| 5 冲天炉的预热送风 .....            | 38 |
| (三) 加料机构及鼓风设备 .....         | 41 |
| 1 加料机构 .....                | 41 |
| 2 鼓风设备 .....                | 42 |
| 二、熔化操作 .....                | 46 |
| (一) 配料 .....                | 46 |
| 1 可锻铸铁性能、铸件厚度与化学成分的关系 ..... | 46 |
| 2 可锻铸铁的配料 .....             | 48 |
| 3 熔化过程中各元素含量的变化 .....       | 49 |
| 4 废钢用量与渗碳率 .....            | 49 |
| 5 炉料的计算 .....               | 50 |
| (二) 熔化操作 .....              | 52 |
| 1 底焦高度的确定 .....             | 52 |
| 2 层焦及铁焦比的确定 .....           | 53 |
| 3 接力焦的加入量及加入时间的确定 .....     | 53 |
| 4 风量、风压的选择 .....            | 54 |
| 5 熔剂使用量 .....               | 54 |
| 6 炉前控制 .....                | 55 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 7 金屬料的管理 .....                     | 57 |
| (三) 冲天炉熔化过程中, 常見故障的发生原因和排除方法 ..... | 57 |
| 1 鉄水温度过低 .....                     | 57 |
| 2 过桥的燒損 .....                      | 58 |
| 3 搭棚 .....                         | 58 |
| 4 炉衬燒穿 .....                       | 59 |

## 第二部分 黑心可鍛鑄鉄的热处理

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 一、黑心可鍛鑄鉄热处理的目的是 .....                  | 60 |
| 二、可鍛鑄鉄退火炉的种类及其特点 .....                 | 60 |
| (一) 退火炉的形式 .....                       | 61 |
| (二) 介紹几种可鍛鑄鉄的退火炉 .....                 | 62 |
| 1 北京农业机械厂的地坑式退火炉 (图35) .....           | 62 |
| 2 上海熊光鑄鉄厂的上下交替噴火式退火炉 (图36) .....       | 62 |
| 3 北京农业机械厂的7号(双向反射式)退火炉 (图37) .....     | 65 |
| 4 上海华丰鋼鉄厂使用碎煤噴粉联合机的退火炉 (图38与图39) ..... | 65 |
| 三、黑心可鍛鑄鉄热处理的技術操作 .....                 | 70 |
| (一) 装箱 .....                           | 70 |
| (二) 填料 .....                           | 70 |
| (三) 退火箱 .....                          | 70 |
| (四) 各厂生产黑心可鍛鑄鉄的退火曲綫 .....              | 71 |
| (五) 試片檢查 .....                         | 74 |
| (六) 退火温度的控制 .....                      | 75 |
| 1 控制温度的仪表 .....                        | 75 |
| 2 对升温、保温和降温的控制 .....                   | 75 |
| 四、黑心可鍛鑄鉄热处理的常見缺陷, 发生原因和防止办法 .....      | 76 |
| (一) 硬、脆及鱗皮(退火不足和过燒) .....              | 76 |
| (二) 氧化皮 .....                          | 77 |
| (三) 回火脆性 .....                         | 78 |

## 第三部分 鑄造工艺

|              |    |
|--------------|----|
| 一、砂型鑄造 ..... | 79 |
|--------------|----|

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| (一) 造芯材料 .....                 | 79  |
| 1 各厂芯砂配方 .....                 | 79  |
| 2 “KB”粘結剂 .....                | 80  |
| 3 “UCZ”粘結剂 .....               | 81  |
| 4 泥芯烘干炉 .....                  | 83  |
| (二) 造型材料 .....                 | 84  |
| 1 对型砂要求 .....                  | 84  |
| 2 各厂型砂配方 .....                 | 84  |
| 二、澆注系統和冷鉄的应用 .....             | 87  |
| (一) 可鍛鑄鉄鑄件澆注系統的特点 .....        | 87  |
| (二) 澆注系統的結構和选择 .....           | 88  |
| (三) 冷鉄的选用和要求 .....             | 95  |
| 1 可鍛鑄鉄件冷鉄的設置 .....             | 95  |
| 2 可鍛鑄鉄件采用冷鉄的要求 .....           | 99  |
| 三、可鍛鑄鉄件金屬型鑄造 .....             | 100 |
| (一) 可鍛鑄鉄件金屬型設計 .....           | 100 |
| 1 分型面的选择 .....                 | 100 |
| 2 金屬型壁厚的确定 .....               | 101 |
| 3 澆冒口系統 .....                  | 101 |
| 4 金屬型鑄件的出模斜度 .....             | 102 |
| 5 金屬型的分类 .....                 | 102 |
| 6 金屬型的材料和热处理方法 .....           | 103 |
| (二) 金屬型的应用及操作 .....            | 103 |
| 1 如何提高金屬型的耐鑄性 .....            | 104 |
| 2 金屬型鑄造可鍛鑄鉄容易产生的缺陷及其防止方法 ..... | 106 |
| (三) 試棒的造型工艺与澆注系統的选择 .....      | 107 |

#### 第四部分 可鍛鑄鉄生产新技术

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 一、硼鋁孕育可鍛鑄鉄的快速退火 .....        | 110 |
| (一) 硼、鋁、硅、硫对可鍛鑄鉄結晶的影响 .....  | 110 |
| (二) 硼鋁孕育黑心鉄素体可鍛鑄鉄的生产工艺 ..... | 112 |
| 二、高硅、高硫鋁可鍛鑄鉄快速退火 .....       | 114 |



|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 三、用硼砂、钼砂代替硼铁及金属钼处理可锻铸铁 .....  | 117 |
| 四、铸态可锻铸铁的简介 .....             | 122 |
| (一) 硼、钼、锑对铸态可锻铸铁铸态组织的影响 ..... | 122 |
| (二) 孕育剂加入量的确定 .....           | 124 |
| (三) 获得铁素体基体的热处理工艺 .....       | 126 |
| (四) 铸造性能及机械性能 .....           | 126 |
| (五) 小结 .....                  | 127 |

# 第一部分 熔 炼

## 一、熔 炼 設 备

熔化可鍛鑄鉄一般可单独采用反射炉、电炉、平炉或冲天炉，也可采用冲天炉（反射炉或冲天炉）、电炉等双联熔炼法。其中以单独采用冲天炉熔炼法最为經濟与簡便，优点是：（1）設備簡单；（2）热效率高，燃料耗量最少；（3）生产較机动灵活；生产量可由每小时几百公斤到几十吨，操作方法可完全用手工，也可机械化。但是，冲天炉熔化可鍛鑄鉄也有其不足之处：（1）在熔化过程中金屬直接与燃料接触，容易造成鉄水严重的吸碳、吸硫等現象，（2）影响冲天炉熔化过程的因素复杂，所以鉄水化学成分的控制較为困难。

近年来，由于鑄造工业的发展，生产技术的提高，在直接采用冲天炉熔化优质可鍛鑄鉄方面，国内許多工厂已积累了不少宝贵的經驗。如果炉子結構合理，結構参数与工艺参数选择恰当，严格控制操作，加之采用預热送風、中性或碱性炉衬、水冷却炉壁等先进技术，获得优质的可鍛鑄鉄是完全可能的。

目前，我国除个别工厂采用反射炉、电炉或冲天炉、电炉双联熔炼法熔制可鍛鑄鉄外，极大部分工厂都采用冲天炉直接熔炼可鍛鑄鉄。此外，在許多中小型农具制造厂、修配厂，也采用簡易化鉄炉来熔制可鍛鑄鉄。因此，我們着重介紹冲天炉与簡易化鉄炉熔制可鍛鑄鉄的方法及使用設備。

### （一）簡易化鉄炉

簡易化鉄炉又名座炉（俗名“猴子炉”或“撻炉”）。它的优点是：（1）生产量可大可小，大的炉子每小时可熔化一吨鉄水，而小的炉子每小时可熔化几十公斤或者更少；（2）結構簡單，修炉方便；（3）使用灵活，移动方便；（4）稍有停風不影响

熔化过程的继续。因此，这种炉子适用于中小型修配厂与农具制造厂。但是座炉也有下列三个缺点：（1）热效率低，燃料耗量大；（2）手工操作，劳动条件差；（3）化学成分不易控制。虽然如此，目前为了进一步发展县、社工业，保证广大农村对各种农具修配的需要，在材料和技术都受着条件限制的情况下，这种结构简单功效较高的改进式简单化铁炉却具有现实的意义。

下面介绍的是北京农业机械化学学院设计的二排风口多风眼热风筒易化铁炉。它有如下的优点：（1）采用了夹层风箱使风预热较好；（2）由风箱引入炉内，风管是通过炉内的，因此，热损失小；（3）炉子生产率高；（4）操作简单，几乎不需要通风眼；（5）铁水温度高，一般可达  $1320\sim 1435^{\circ}\text{C}$ （未校正），适宜于熔制高级铸铁、可锻铸铁等。它的缺点是：（1）结构比一般座炉复杂，制作较困难；（2）出铁口上部的炉身由于温度高较易烧坏（这一缺点，可在炉壳局部敷盖耐火材料加以克服）。

二排风口（热风式）座炉的主要结构参数与工艺参数介绍如下（具体结构见图1，2，3）：

#### 1. 炉子主要尺寸：

炉膛：内径  $\phi 350$  毫米；截面积  $98000$  毫米<sup>2</sup>。

主风口：四个进风口一端截面积（内径  $\phi 64$  毫米） $11520$  毫米<sup>2</sup>；出风口一端截面积（内径  $\phi 40$  毫米） $5120$  毫米<sup>2</sup>；风口向下倾斜  $30^{\circ}$ 。

二排风口（辅助风口）：四个进风口一端面积（内径  $\phi 50$  毫米） $8000$  毫米<sup>2</sup>；出风口一端截面积（内径  $\phi 20$  毫米） $1280$  毫米<sup>2</sup>；风口向下倾斜  $15^{\circ}$ 。

风口总面积：炉膛面积 = 1:15。

主风口总面积：辅助风口总面积 = 4:1。

主风口与辅助风口交错排列，相距 50 毫米。

二排风口中心距离 100 毫米。

风带：宽 100 毫米，高 150 毫米。

风带有 12 根  $\phi 15$  毫米的风管。

主風口中心至加料口 710 毫米。

主風口至爐底 360 毫米。

爐底的弧度： $R = 150$  毫米。

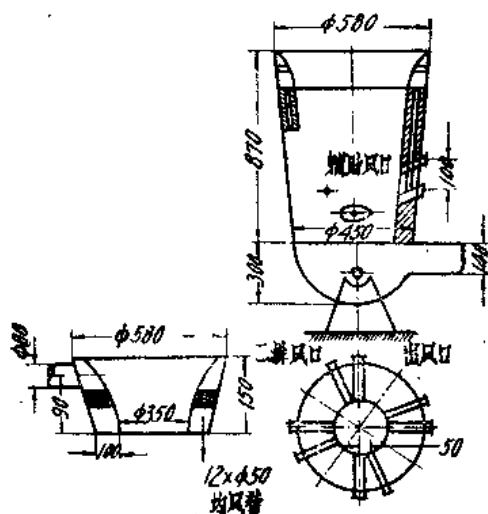


图 1 二排風口(熱風式)座爐示意图

## 2. 附屬設備与工艺参数:

鼓風机: 3~3.75馬力; 風压350~310毫米水柱; 風量540~1500米<sup>3</sup>/小时。

焦鉄比: 1:5~1:8。

底焦高度: 550~700毫米, 底焦重量53~60公斤。

批鉄重量: 40~53公斤, 层焦量6~10 公斤。

熔剂: 石灰石10% (石灰5%), 螢石2.5%。

熱風溫度: 前一个半小时为 90~120°C, 一个半小时以后为 90~200°C。

生产率: 200~400公斤/小时。

## 3. 操作方法:

开炉前, 先将刨花加在炉勺上至風口下面为止, 其上再加約 500毫米高的木材, 再加部分底焦, 稍加鼓風至底焦燒紅为止, 再

將底焦調整至規定高度。加料預熱約半小時。即可鼓風熔化。據北京農業機械化學院實驗證明，在開風後，約11分鐘左右見到鐵水，則底焦高度較為合適。

#### 4. 爐衬:

一般由兩層組成。靠爐壳部分採用85%的耐火磚粉與15%的耐火粘土混合料搪復。燒結後，強度較好，壽命也較長，能使用十餘次。外層爐衬厚度約為30毫米。內層爐衬可採用75%焦炭粉與25%耐火粘土組成的混合料均勻填復，厚度約為20毫米。每次熔化後必需清除粘附在爐衬四周的凝渣，並重新搪敷一層混合料。

這種座爐的爐溫及在爐勺上的溫度分布優於單眼風口座爐，適宜於熔製可鍛鑄鐵，但還未經工廠的生產實踐的考驗。

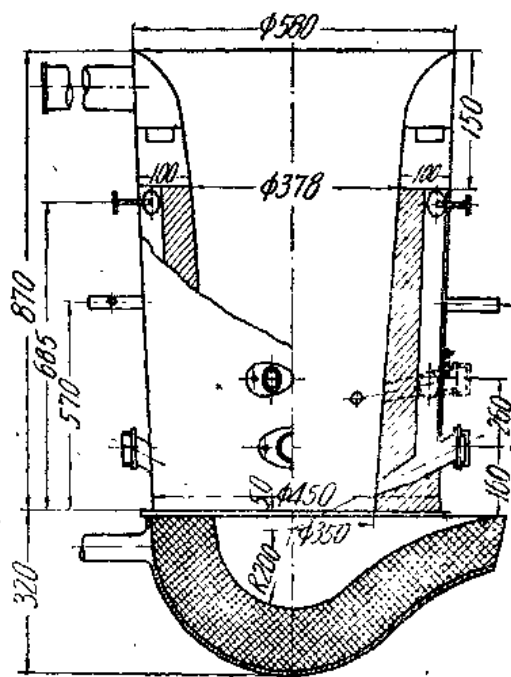


圖2 二排風口(熱風式)座爐剖面圖

### 5. 炉勺設計注意点:

为了保証熔化所得的铁水化学成分均匀一致, 并符合原定要求, 炉勺的容铁水量应为层料的整数倍。

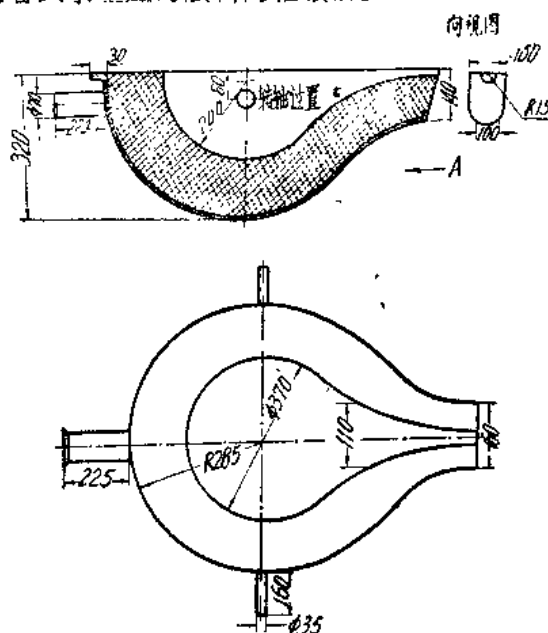


图3 二排風口(热風式)座炉炉勺

### 6. 可鍛鑄鉄的化学成分:

一般可鍛鑄鉄的化学成分及其配料比例可以参照冲天炉的操作規程, 但应根据熔炼設備特点, 将配料比例作适当調整。

根据黑龙江北安新生机械厂生产康拜因配件、鉄道卡子、各类軸套、大車卡子垫板等可鍛鑄鉄件經驗, 生产符合 K433—8 要求的黑心可鍛鑄鉄件, 其化学成分可控制如下:

$C = 2.5 \sim 3.5\%$ ;  $Si = 0.7 \sim 1.5\%$ ;  $Mn = 0.3 \sim 0.6\%$ ;  $S < 0.06 \sim 0.2\%$ 。

对于薄壁鑄件, 碳硅量可选用上限, 厚鑄件則选用下限。含硫量越低越好。

### 7. 配料: 配料的具体要求, 见表1。

表 1

| 炉料类别    | 铸件厚度     |          |
|---------|----------|----------|
|         | >10毫米铸件  | <10毫米铸件  |
| 廢 鋼     | 57%      | 43%      |
| 回炉澆口    | 43%      | 28.5%    |
| 廢 砂 箱   | —        | 28.5%    |
| 硅鉄(45%) | (外加)0.8% | (外加)0.8% |
| 錳鉄(60%) | 外加0.51%  | 0.51%    |

层焦与熔剂的用量可視焦炭质量酌情增多或减少，但应保証所熔得的鉄水温度不低于1380℃为限。

## (二) 冲天炉

如前所述，利用冲天炉熔制可鍛鑄鉄最为經濟，且适合于生产規模大小不同的工厂，同时既是国内机械制造厂也是生产可鍛鑄鉄专业厂广泛采用的方法。我們在这里重点討論和介紹国内某些工厂使用比較成功的冲天炉結構及其主要参数。供有关单位生产时参考。

在制造可鍛鑄鉄的过程中，熔化的目的是在于获得高度过热的低碳低硫的鉄水。但是要想在冲天炉中直接熔炼出符合要求的低碳低硫的鉄水，却不是一件輕而易举的事。我們在前面已經提到，在冲天炉的熔化过程中，由于熔融的高温鉄水直接与紅热的焦炭相接触，会造成严重的渗碳与渗硫現象。这对熔炼可鍛鑄鉄十分不利。因此，国内外鑄造工作者曾对冲天炉工作过程中影响渗碳的因素作过系統的試驗与研究。研究表明，其影响因素是錯綜复杂的。主要因素有：炉子的結構及其結構参数；工作时的各項工艺参数；炉料的性质与块度的大小；燃料的性能、质量、块度及其用量等。我們在以后将予以一一闡明。

## 1 熔炼可鍛鑄鉄对冲天炉結構的基本要求

1. 前炉：在熔炼可鍛鑄鉄的冲天炉上設置前炉是十分必要的。它不仅能起儲存鉄水的作用，滿足連續或間歇出鉄的需要，保証鉄水均匀混和，使鉄水的化学成分趋于一致，更重要的是获得低碳低硫鉄水的主要手段。我們知道，鑄鉄的滲碳程度与高溫鉄水及紅热焦炭相接触時間有关。接触時間的增长会使鉄水滲碳加剧。因此，具有前炉的冲天炉可使鉄水不是長時間停留在炉缸中，也减少了鑄鉄的滲碳程度。同样理由，焦炭对鑄鉄的滲硫程度也明显地减弱。

有人认为采用前炉会影响鉄水溫度，有碍澆注。前炉使鉄水散热表面增加，散热加速，鉄水溫度稍有下降。但是根据实际生产經驗証明；只要操作合理，熔化前将前炉、后炉、过桥、出鉄口彻底烘干、燒热，熔化开始阶段采用打开出鉄口、出渣口操作，并放出部分冷鉄水，然后进行正常熔化。依此获得的鉄水仍能过热到很高的溫度。

2. 炉缸高度：所謂炉缸高度即指炉底至主風口中心之間的距离。在不帶前炉的冲天炉中，炉缸高度要根据所需儲存的鉄水量决定，一般都在400~700毫米的範圍內。而在帶有前炉的冲天炉中，炉缸高度即可减低到最低限度。但应避免产生由風口进入炉內的空气直接侵射炉底的現象。因为这样不仅会很快将炉底燒坏，而且还会吹冷高溫鉄水和使鉄水强烈氧化，严重地影响鉄水的质量。为此，在熔炼可鍛鑄鉄的冲天炉中，炉缸高度一般都保持在250~350毫米左右。这样，既能避免鉄水的激冷与强烈氧化，保証了鉄水的质量；同时也縮短了高溫鉄水在赤热焦炭柱上的流程，减低滲碳率。

3. 有效高度：有效高度是主風口中心至加料口下緣的一段距离。有效高度的高低意味着装載层料批数的多少，层料預热行程的长短。因此，有效高度太低，层料进入熔化帶前預热不足，溫度較低，造成熔化率下降，鉄水溫度也难以提高。另一方面，



廢氣溫度很高，帶走大量物理潛熱，降低了沖天爐的熱效率，造成不必要的浪費。當然，有效高度也不宜太高，否則會增加爐內阻力致使送風困難。特別是在採用離心式鼓風機的條件下影響更為明顯。其次由於料柱的增高，使得底焦承受的压力增加，容易使底焦壓碎，有碍熔化。另一方面，還會增加廠房建築的投資。所以，有效高度應有一個合適的範圍。它的數值應視爐徑大小而異，根據生產實踐證明：熔煉可鍛鑄鐵的沖天爐的有效高度約為爐徑的5~6倍左右比較適宜。爐徑大的取下限，爐徑小的取上限。

4. 風口：風口的設計是否合理（包括風口面積、風口形式、風口個數、風口的分布等），將會直接影響到沖天爐的經濟特性與技術特性。不合理的風口設計可能導致沖天爐的燃料耗量增加，熔化率縮減，鐵水溫度提不高，鐵水滲碳率遞增，金屬元素燒損加劇等結果。因此，重視沖天爐風口的設計，是獲得高質量低碳過熱鐵水的重要保證之一。但是，目前在某些工廠中還存在着不加以科學分析而隨意修改風口的不合理現象，應該引起足夠的重視。

雖然如上所述，風口的設計在沖天爐中有重要意義，但是至今尚無一個科學的計算公式可用，只有一些經驗數據可供參考。並且對沖天爐上應該採用什麼形式、多大比例（指風口總面積與爐膛截面積之比）如何分布風口最為理想，尚無統一認識。還有待於今後繼續試驗研究。為了有助於生產部門對沖天爐風口的設計與改進，將近年來國內一些工廠在沖天爐上廣泛採用小風口的經驗與科學研究機關對小風口沖天爐的研究成果作概括性的介紹。

#### A. 小風口沖天爐的特點：

（1）風口較一般沖天爐的小，在一般沖天爐中，風口總面積約占爐膛面積的20~30%（指三排風口沖天爐），而小風口沖天爐的風口總面積則不大于爐膛截面積的5%，有的甚至縮減到3%。

（2）風口一般都成圓管或圓錐管形。使修爐、操作方便。

（3）沖天爐採用小風口，可以改善爐內的燃燒情況，提高爐