

小转炉炼钢和焙烧白云石的经验

上海市炼钢和冶炼设备
生产指挥部小型转炉组 編

科技卫生出版社

前 言

随着机械工业的进一步发展,利用小型轉炉炼鋼,可以满足机械厂自行澆注的需要,而目前炼鋼原料大部分仍然是土鉄土焦。因此如何利用土鉄土焦炼出可用的鋼材,是当前迫切需要解决的問題。

在1958年上海市群众性炼鋼运动中,各单位建造的小型轉炉达2,000个,在利用土鉄土焦炼鋼和焙燒白云石方面,累积了一定的經驗。我們考虑这些經驗可能对今后机械厂小型轉炉炼鋼有参考作用,故加以适当整理,并提出初步看法,搞出这一分总结,供有关生产单位参考。由于这些經驗是在全民炼鋼运动中,由个别几个厂汇集起来的,可能不够成熟,希望大家在今后生产实践中加以补充和修正。

目 录

小型轉炉炼鋼經驗

一 化鉄炉操作技术·····	1
小轉炉操作技术·····	15
解决鋼质量的一些措施·····	22
轉炉炉村的操作技术·····	25

焙燒白云石的經驗

焙燒白云石的意义·····	35
矿石、燃料和焙燒方法·····	36
固定式焙燒窑的結構和操作过程·····	39
連續式焙燒窑的結構和操作过程·····	44
周口店式焙燒窑的結構和操作过程·····	49
提高熟白云石质量的一些办法·····	54
两种焙燒方法的比較·····	56

小型轉爐煉鋼經驗

小型轉爐利用土鐵土焦煉合格鋼，帶來了一系列問題，因而在操作上必需採取各種措施。這裡除了對有關小型轉爐生產進行一般介紹外，重點介紹了化鐵爐去硫、轉爐操作技術、提高出鋼質量以及延長爐村壽命等經驗。

化鐵爐操作技術

在轉爐煉鋼車間內，化鐵爐的任務是供給適合轉爐冶煉所必需的鐵水，以保證轉爐的正常操作。因此，化鐵爐操作的好壞也就直接影響着轉爐的生產。

一般講來，化鐵爐的操作過程要完成兩個任務：把生鐵溶化，得到一定溫度的鐵水；調整鐵水成分，保證鐵水具有一定的化學成分。過去對轉爐煉鋼車間化鐵爐的操作要求，前者是主要的，因為那時的生鐵化學成分完全能滿足冶煉要求。但是在目前利用土鐵煉鋼的條件下，後者的任務就愈來愈重了。因為土鐵的化學成分波動很大，特別是土鐵的含硫量很高。而且化鐵爐所用的焦炭供應也比較緊張，大部分或全部都採用含硫量較高的土焦。如果化鐵爐利用這種土鐵土焦作原料；供給轉爐的鐵水，不但含硫量高、化學成分波動大，而且鐵水溫度很低，嚴重的影響轉爐正常操作，引起轉爐爐令下

降，鋼的質量惡化。因此化鐵爐的結構與操作必須作適當的改變。

實踐已經證明；採用熱風鹼性化鐵爐是完全可以解決以上問題的。但是，就目前看來，特別是對於小型煉鋼車間來說，要馬上建立起熱風鹼性化鐵爐是有一定困難的。因此，在現有的基礎上總結一下如何保證化鐵爐吃壞料，出好鐵的操作經驗，以及在目前化鐵爐如何來適應轉爐生產的一些問題，是很有必要的。

化鐵爐與轉爐配合要協調

小轉爐操作不正常的主要原因之一是化鐵爐和轉爐配合不協調，最突出的表現在轉爐等化鐵爐。在一般情況下總是化鐵爐鐵水化好後，正好兌入轉爐吹煉，化鐵爐利用土鐵土焦後，化鐵的時間延長了，而轉爐的吹煉時間只有12分鐘左右，有的甚至只有5~8分鐘。這樣，轉爐在出鋼後，為了等待鐵水，需要間歇一段時間，最長達40分鐘。由此可知，這對轉爐的溫度損失是十分嚴重的，以致使轉爐的操作發生不正常現象。這種現象的存在主要由於以下幾種原因：

一、化鐵爐採用土鐵土焦。由於土鐵土焦雜質多，為了保證化鐵爐正常出鐵，就必須增加焦炭的加入量，以提高焦比。由於焦炭量的增加，熔劑（石灰石、螢石）的加入量也相應增加。焦比波動在1:3到1:4，石灰石加入量（包括石灰折算成石灰石的量）約占生鐵量的5%，螢石為1~3%。土焦加入量增加後，化鐵爐的生產率就會降低1/2~1/4。

二、鼓風量不足。正由於焦比提高，土焦加入量很大，為了保證鐵水具有足夠的溫度，必須進一步增大風量。實踐証

明：化鉄炉改用小风眼后，經常容易忽略鼓风机的压力（指离心式鼓风机），因而实际鼓入化鉄炉的风量大大降低，从而使化鉄炉生产率进一步降低。

三、轉炉吹炼时间的縮短。事实証明：在利用土鉄炼鋼的情况下，如果鉄水具有足够的温度，吹炼的时间就大为縮短。这是因为土鉄中矽、錳和碳的含量一般都比較低，不少土鉄的矽低到 0.3 % 以下，錳的含量更少，以致吹炼一开始就出現猛烈的炭火焰。轉炉吹炼的时间一般在 12 分鐘左右，最低的可以在 6 分鐘左右。在这种情况下，化鉄炉的鉄水更是供不应求了。

为了解决轉炉与化鉄炉之間的矛盾，除了加大风量、风压，提高化鉄炉的生产率外，可以采用比較小的轉炉，虽然鋼产量仍然一样，但是轉炉生产却可以正常了。按照我們的經驗：炉膛直徑 600mm 的化鉄炉是不能配合 1 吨轉炉生产的；直徑为 900 mm 的化鉄炉，只能勉强供給 1.5 吨轉炉所需的鉄水。

化鉄炉的操作

一、提高化鉄炉的鉄水温度。化鉄炉鉄水温度提高，为轉炉操作創造了最有利的条件。因为鉄水温度高有許多好处：首先，轉炉初期造渣快，硫磷容易去掉，炭焰也容易起来，使降碳速度正常，而且噴濺少，不但减少金屬消耗，而且吹炼时间也大大縮短，并不需要加增温剂。同时，由于鋼水温度正常，鋼的质量能够得到保証，鉄的回收率高，炉衬寿命也可相应提高。相反，如果鉄水温度比較低，特别是在鉄中发热元素低（如 Si, Mn, C）的情况下，会造成鉄的大量氧化，炭焰不起来，

发生猛烈的噴濺，造成严重的工伤事故。因此，提高鉄水温度也就成为解决土鉄土焦煉鋼的关键問題之一。为了提高化鉄炉的鉄水温度，可以采用下列措施：

1. 化鉄炉采用热风。毫无疑问，这是提高鉄水温度最有效的方法。根据各地的經驗証明：当热风温度为 300°C 时，鉄水温度可达 1400°C ；当热风温度提高到 500°C 时，鉄水温度可达 1500°C 。采用热风的优点不但可以提高鉄水温度，而且还可以相应地降低焦比，提高化鉄炉的生产率。

2. 增加底焦高度，提高焦比。土焦的灰分很高，最高可达 25% 以上，加上某些土焦，在煉焦时还未燒透，因此还有很多挥发分，强度很低。利用这种焦炭来化鉄，如果不增加焦比，适当加高底焦高度，不但鉄水温度得不到保証，而且会发生严重的冻结事故。由于这些焦炭的可燃性很高（很容易燒掉），燃燒时生成一氧化碳的能力大，因此炭的燃燒并不怎样完全。我們知道：炭不完全燃燒时所放出的热量要比完全燃燒时少 1/2 以上，所以利用土焦，赤热焦炭柱的温度也比较低。为了提高鉄水温度，就必须依靠加高赤热的焦炭柱。至于究竟提高多少，那是要根据土焦的质量和炉子大小来确定的。大約直徑 600mm 的化鉄炉，底焦高度在 1200~1400mm 之間。当然太高的底焦也是沒有必要的。在这里必須注意的是底焦的高度还与鼓风量有关，忽略这一点也是不对的。另一方面，正因为这种焦炭的可燃性很高，容易燒掉，特别是在风口近旁的燃燒过程中，会发展得非常快。如果没有足够的焦炭及时补充，熔化带的燃燒就有被中断的危險；輕的也会引起风口附近被冷凝的鉄水和熔渣所堵塞。为了避免这种现象的发生，必須增加焦炭的消耗量。按照我們的經驗，利用土焦的焦

比可以在1:3到1:5的范围内，视土焦的质量予以适当的调整。

3. 适当提高风量。增加风量能够加快燃料的燃烧速度，从而增加赤热焦炭在单位时间内燃烧所放出的热量。另一方面在一定条件下，风量的增加，必然会引起风速的加大，而风速的增加，又扩大了氧化带的水平面积。这对化铁炉利用土焦特别重要。因为扩大氧化带的水平面积，能保证炉料的均匀下降，可以减少或避免生铁块向四周不均匀运动；同时也改善了对生铁的加热条件，扩大了铁水和炉气在炉内的热交换区域。因此，风量的增加，可以提高生产率和铁水温度。由于土焦容易烧掉，加大风量，似乎会减低化铁炉的生产率。但是如果在增加风量的同时，将焦比增加到1:3，这样不但可以提高铁水温度，而且也以保证化铁炉的生产率不受影响。振声钢铁厂的經驗完全证明了这一点。

用土铁土焦的化铁炉，多少大的风量比较合适呢？下面我们來介绍一下三个厂的情况：

表 1

厂名	炉子 生产率	化铁炉 内 徑	风眼面积 为炉底面 积的%	焦 比	鼓风机 能力风 压 mm 水柱	风量 米 ³ /分	铁水温度
白蓮涇 船 厂	5吨左右	≈900mm	7.5~8	1:5	1050	142	1350°C (光学温度计 未校正值)
振 声 钢铁厂	2.5~3吨	≈620mm	9~10	1:3~1:4	600	80	1400°C左右 (光学温度计 未校正值)
安 泰 铁工厂	不正常	≈560mm	5	1:5	600	80	铁水熔化慢， 过析处冻结。

从上表可以看出：白蓮涇船厂和振声钢铁厂的化铁炉操

作情况很好。这两个厂所以能具有較高的鉄水温度和正常的炉子生产率,很大程度是取决于具有富裕的鼓风机能力。

值得注意的是安泰鉄工厂的失敗教訓。从上表可看出:安泰和振声两厂的化鉄炉型式是相似的,鼓风机型号又完全一样,但前者发生过桥鉄水冻结而后者却生产得非常好,原因在于安泰鉄工厂的化鉄炉送风系統阻力(包括风眼部分的阻力)要比振声鋼鉄厂来得大,从而造成安泰鉄工厂的鼓风机实际鼓入化鉄炉的风量太少,以至于无法进行正常的化鉄工作。因此在考虑鼓风机风量的同时,必須考虑到鼓风机是否具有能适应送风系統阻力的风压。当然,这在用罗氏鼓风机的情况下,問題就比較简单。安泰厂后来将二台同类型鼓风机串联,得到了良好的結果。我們認為鼓风机在具有足够的风压条件下,它要具有每平方米炉膛面积为 $180 \sim 220$ 米³/分的风压。

当然过大的风量会引起风口的局部現象(例如在风口区域内焦炭燒掉和风口內的熔渣被冷风吹得凝固起来。由于土焦容易燒掉,因此也会助長局部現象的产生。

4. 采用三排小风眼。风眼对化鉄炉的操作有非常大的影响。利用土鉄土焦炼鋼时,采用大风眼的化鉄炉不可能得到高质量的鉄水,甚至有时还会引起鉄水冻结現象。可以完全肯定,在土鉄土焦的条件下,采用三排小风眼的措施是完全正确的。因为:

(一)在风量一定时,由于采用了小风眼,风速必然增加。由于风速的增加,炉內氧化帶在水平方向的面积扩大,改善了热交换条件。同时由于风口近旁燃燒过程的加快,就会使炉內的高温帶的最高温度提高。

(二)三排风眼的应用,不但可以改善燃燒条件,使燃燒更趋完全,而且还可以減輕风眼处的局部現象。但是根据实际經驗:即使同样采用三排小风眼的化鉄炉,在操作中,鉄水的温度和炉子的生产率,往往由于风眼形状和尺寸的不同,也并不是完全一致的。因为鼓风机(指离心式鼓风机而言)所受的阻力除了送风管、风环的阻力外,主要是在經過风眼时的阻力。从表1 振声和安泰两厂化鉄炉操作絕然不同的結果看来,主要是由于风眼的形状和尺寸不同所引起的。

振声鋼鉄厂原来是大风眼的化鉄炉,为了适应土焦的特点,他們把风眼改成了三排小风眼。与此同时,他們也考慮到原来鼓风机能力不足的問題,因此运用了自己設計的风眼形状(图1),外面仍象大风眼那样,仅仅把內口改成小风眼的尺寸。这样一来,风眼部分的阻力大大减小,从而保证了在利用

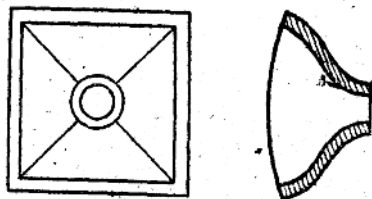


图 1

原有設備的基础上,使化鉄炉能够得到足够的风量。至于安泰的情况,一方面固然是风眼的实际面积比振声用的,另一个原因就是他們所用的小风眼是長約7吋左右,成圓柱形狀的;这就更使风眼系統的阻力加大,以致于无法使风鼓入炉內(两厂风眼部分的尺寸見表2)。

表 2

厂名	风眼总面积占截面积百分比	风眼直径×个数 (mm)			风眼角度			鼓风机能力		备 注
		一排	二排	三排	一排	二排	三排	风 压	风 量	
振 声 钢铁厂	10%	16×6	38×6	25×6	15°	22°	30°	600 mm	4800 M ³ /小时	操作正常
安 泰 钢铁厂	5%	51×4	25×4	25×4	15°	22°	30°	600 mm	4800 M ³ /小时	铁水在过桥处凉结

当然,采用罗氏鼓风机或压力高的离心式鼓风机,风眼的形状也就不必要象振声那样。例如安泰后来将二台同类型鼓风机串联起来应用,解决了风量不足的问题。关于三排风眼的角度,一般都是采用第一排5°,第二排10°,第三排15°。我们认为这样的倾斜度在利用土鉄土焦的情况下,可能是不够的。因为土焦可燃性大、强度低、灰分高、很容易烧掉,如果风量的分布不均匀,化钢炉的操作就会不正常,因此要求风量更均匀分布在炉内横截面上。增加风眼角度,可以使鼓入的风量更多地鼓到炉子中心,从而改善这一现象。因为炉子中心的阻力较大,所以在一般情况下,鼓入的风大部分沿炉衬表面上升,容易造成不均匀分布的现象,风量鼓向炉子中心后,改善了这种现象,并且使氧化带进一步向炉子的水平方向扩大。根据土焦的特点,三排风眼的角度,要能使鼓入炉内的风都聚集在一点,以避免焦炭的过早烧掉,保证风眼附近有足夠的焦炭燃烧,从而使火力更加集中,高温区的最高温度可以得到进一步的提高。我们认为振声钢铁厂的风眼角度是可以提供给大家作为参考的。

5. 布料要均匀。采取薄层勤加的方法,可以保证熔化均匀。因为焦层厚度的增加,必然会引起熔化带上下較大的波

动。这种波动还会引起操作不稳定。因此在加料时铁块要敲得小而均匀,在用土铁土焦的情况下,铁块度应尽可能敲小。不少厂由于不注意这点而引起熔化困难、生产率下降的现象。土铁土焦要按块度大小分开,加料时大块的归大块一层,小粒的归小粒一层。这样,可以使炉料在整个炉子的横截面上均匀地下降。大小炉料混合装会引起熔化不均匀,在某些部位铁大焦小的情况下,铁块就有可能还未完全熔化就落到炉膛内,发生所谓“落生”现象,并且还会引起炉料冻结搭棚。

建筑机械厂的化铁炉在某次开炉中发生炉料冻结搭棚,分析原因,就是因为铁块和焦炭大小不均所引起的。

6. 避免停风和放风。各厂的经验证明:为了保证铁水具有高的温度,应该避免停风和放风,特别是不能停风过久,否则容易结渣,甚至造成搭棚和冻结事故。根据造纸修配厂的操作经验:当化铁炉与转炉配合得不好时,宁愿放掉铁水,而不采取放风和停风的措施。

化铁炉去硫

解决土铁炼钢的基本问题,除了铁水温度外,必须解决土铁含硫高的问题。千方百计地在化铁炉中除去铁水中大部分的硫,是解决这一问题的主要环节。根据实际经验:利用土铁土焦炼钢,在化铁炉外用3%的纯碱来脱硫,铁水的含硫量绝大多数仍达0.5~1%。因此为了得到合格钢,就必须大力展开化铁炉的去硫工作。

总结了各厂化铁炉去硫的经验,主要途径有以下几个方面:

一、加强化铁炉原料的选择和分类。将土铁按不同含硫

量进行分类,这样可以把含硫低的和高的搭配使用,并且可以通过这样的分类,估计熔化后铁水中大约的含硫量,对炉外脱硫剂的数量也就能较好的控制。例如曾经有一阶段各厂对钢的质量抓得较紧,加强了土铁的选择工作,钢的质量就有较大的提高。

土焦含硫较高、灰分多,为了减轻它对铁的渗硫作用,建议焦炭浸石灰浆后使用。采用前炉也有同样的作用。

二、增加熔剂特别是石灰石(或石灰)的消耗。这一方法很多厂认为是去硫的主要方法之一。造纸修配厂加入占生铁重量8.5%的石灰石,3.4%的萤石。某些厂把石灰石增加到占铁水重量的10%。他们认为这样可以除去铁水中较多的硫,但是实际上酸性化铁炉中依靠石灰石的增加来去硫是不适宜的。因为增加石灰石的消耗量必然会引起酸性炉衬的大量侵蚀,所以在化铁炉中炉渣去硫的能力很大程度上应该依靠渣中FeO的量来决定。熔剂的加入量只要能保证炉渣有足够流动性、易于扒掉很好的与铁水分离即可。

三、化铁炉的炉外去硫。炉外去硫的最大缺点是铁水会损失大量热量,特别是在铁水量较少的情况下,更为突出。但是就目前的情况看来,炉外去硫还是降低铁水含硫量的简单易行的方法。炉外去硫的效率取决于以下几个方面:

1. 所用的脱硫剂。

混合脱硫剂 苏打:萤石:石灰粉 = 1:1:1。去硫效率可达40~50%,但用量较多。过去当铁水含硫量为0.1%左右时,就需要加入1.5%的脱硫剂,因此,对铁水温度影响比较大。现在土铁含硫量超过1%,脱硫剂用量就更大,因此混合脱硫并不是最好的方法。

噴石灰 良工机械厂在前炉噴石灰粉（石灰粉用量为鉄水重量的0.5%）25秒左右，去硫效率为16.7%。

加純碱(苏打) 去硫效率为40~70%，根据鉄水含硫量的不同，加入量可以有很大变动，安泰鋼工厂純碱加入量曾經达到鉄水的3~4%，去硫效率为50%左右。

2. 鉄水温度高，去硫效率也較高。

3. 加入的方法。

試驗証明：用块状純碱比粉状效率高。預料利用液体脱硫剂或将純碱压在鉄液下，讓它熔化成液体后再浮起来，可以大大提高去硫效率。

4. 出鉄时，必須严禁酸性渣流入鉄水桶内，以免降低去硫效率。

5. 脱硫剂必須在桶内与鉄水保持一定時間，在充分作用后再扒掉。

四、采用碱性化鉄炉。利用碱性耐火材料作为化鉄炉熔化带、炉缸和前炉的炉衬，可以在化鉄炉内造碱性渣。一般說来，炉渣碱度在1.4~2.0的范围内，渣中氧化鉄的含量不大于3%，即可得到良好的去硫效率。碱性化鉄炉的去硫效率波动在70~90%。因为利用碱性化鉄炉是解决土鉄含硫量高的最好办法。

洛阳拖拉机厂利用水冷炉壁，和焦炭粉掺加部分白泥作炉衬的化鉄炉来造碱性渣，虽然未采用热风，去硫效率非常令人滿意（去硫效率达70~90%）。按照他們的經驗，認為碱度在2~2.5最好，石灰石加入量达到生鉄重量的26~30%。應該指出：在目前碱性耐火材料供应緊張的情况下，化鉄炉熔化带采用水冷炉壁，并且用焦炭掺加部分白泥来代替碱性

耐火材料是很好的。

提高化鉄炉炉令

目前化鉄炉的寿命很短，經常由于化鉄炉鋼板被燒紅而被迫停炉，严重地影响了轉炉的正常生产。

化鉄炉炉令較短的客觀原因有二点：首先是由于化鉄炉大量的熔渣，一方面严重的侵蝕炉衬，另一方面降低了化鉄炉的生产率，使化鉄炉未开几炉，炉衬就出現被侵蝕掉的現象。化鉄炉炉令短的另一個原因是缺少高級的耐火材料，因为一般都是用白泥塘制的。

提高化鉄炉炉令的方法有下列几点：

一、在熔化带部分采用水套冷却。有人怕用了水套会使鉄水温度降低，根据安泰鋼鉄厂和洛阳拖拉机厂的經驗看来，鉄水温度很正常。安泰由于采用了两台鼓风机串联的結果，鉄水温度还有所提高。可以肯定，在这种情况下，不采用热风，只要改进其他化鉄炉的操作和結構，鉄水温度平均在 1350° （光学溫度計讀数）以上是沒有問題的。

由于熔化带部分利用了冷却水套，炉令就会显著提高，熔化带基本上可以不用修理，只有无水冷却的炉缸部分或者过桥部分可能被燒穿。在这种情况下，炉令就由炉缸部分和过桥部分的炉衬寿命来决定了。为此，在这些容易損坏的部位必須相应的提高耐火磚的质量或采用打結炉衬。

熔化带利用冷却水套必須注意下面几个問題：

1. 操作过程切忌停风，否則将由于水套冷却作用导致結渣事故。

2. 冷却水套內的炉衬厚度只要能保証在烘炉和熔化开始

时铁板不氧化即可，太厚的炉衬由于炉衬内部得不到水冷的效果，反而会增加耐火材料的消耗，缩短炉令。这层耐火材料保护层厚度一般达 25~50 mm 就可以了。

3. 炉子温度要正常，化铁一次（从开炉一直到停炉）时间不宜太短。因为第一次开炉后，水套上的保护层已被渣侵蚀，涂上一层由炉渣冷铁混合组成的保护层，我们认为这一保护层在第二次开炉时不用打掉，可以代替耐火材料的保护层。在炉子温度正常的情况下，虽然可能在以后几炉还有一部分冷铁水和冷渣粘附上去，但随着开炉时间的延长，第二次粘附上去的渣和铁是会熔化的，原来的保护层是不会愈结愈厚的。

4. 冷却水的温度不能过热，不然会引起蒸气爆炸事故；但是也要避免过冷，使渣铁保护层不易熔化、愈结愈厚，水温一般可以控制在 70°C 左右。

二、搪炉的材料必需配合部分石英砂。按照金星笔厂开过 61 炉的化铁炉所用搪料材料的配比为：

石英砂	80%
白泥	20%
水	适量

振声钢铁厂的搪炉材料为：

3# 石英砂	60%
白泥	40%

振声钢铁厂完全用老煤粉和泥浆水搪炉底，保温效果很好。

三、改进炉子结构。减小风眼尺寸、增加送风速度，加大风眼的倾斜角，使有足够的风量打入炉膛中间，从而可以避免炉衬部分温度过高，减少沿炉衬流下的渣量。

此外,用浸过瀝清或焦油的耐火磚筑砌过桥,可以提高过桥寿命。有条件时;可用高铝磚或燒成鎂磚来筑砌,也可以用鎂砂加焦油(碱性化鉄炉)或焦炭粉(也可以用石墨粉)加粘土进行搗結,但必須注意搗打的致密程度。

四、加料要均匀。熔剂加入量只要能保証渣能順利的流出即可,不宜多加。加料时熔剂必須加在炉子中間,这样可以减少对炉壁的侵蝕作用。

在土焦化土鉄操作中的不正常情况

最后談一下在土焦化土鉄操作中,时常遇到的一些不正常情况。就是过道和出鉄口常常发生堵塞和燒結現象。当然发生这种現象最主要的原因是炉温低、鉄水流动性差,以及熔剂加得太少,使渣子比較稠,不易流入前炉。因此提高炉温是解决这一問題的基本方法。此外,还可以采取下列措施来消除这一現象的发生:

1.适当放大过桥通道尺寸,靠近前炉一端尺寸要比較大一点。这样可以保証土鉄土焦熔化所造成的大量炉渣,順利排入前炉,并且可以使化鉄炉內較多的热风吹入前炉,使前炉鉄水温度不致过快的降低。适当降低风眼的高度也可达到这一目的。

2.出鉄口鋼板孔要大,然后用火泥砌成較小的出鉄口。出鉄口應該薄些(图2),并且做成里大外小的喇叭形状。这样可以避免里面鉄水冻结,如果冻结的話,也可以藉打通出鉄口四周的火泥,将出鉄口及时打开,从而可以避免用氧气吹燒。

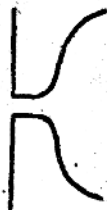


图 2