

生铁的脱硫

冶金工业出版社 編

冶金工业出版社



生鉄的脫硫

哈爾濱工業大學	15.11.7611
重型機械學院	26
外書館第卅印	

冶金工业出版社

TF 704.3/4

02 M



0747680

7



生铁的脱硫

冶金工业出版社編輯、出版

編輯：張煥光

設計：魯芝芳、童煦菴

校對：趙崑方

1958 年 11 月第一版

1958 年 11 月北京第一次印刷 34,000 冊

787×1092 • 1/32 • 52,000 字 • 印張 3 $\frac{4}{32}$ • 定價 0.23 元

冶金工业出版社印刷厂印

新华書店發行

書號 1235

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲 45 号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

出版者的話

在全党全民大办鋼鐵工业的今天，我国鋼鐵的产量正在突飞猛进。目前我国不少土高爐小高爐所炼出的生鉄含硫量較高，不 适于 炼鋼。因此，如何脫除生鉄中的硫或直接炼出低硫生鉄是很现实的問題，解决这个問題对于炼鋼生产有极重大的意义。为了帮助冶金工作者解决这一問題，我們把现有的国内外有关高爐爐內和爐外脫硫的文章編成本書，供 大 家 参 考。

目 录

瑞典的生鉄爐外脫硫法·····	1
生鉄用石灰粉脫硫·····	7
用气体吹石灰粉脫除鉄水中的硫·····	17
效率高、投資省的爐外脫硫法·····	35
炼鉄的脫硫問題·····	39
生鉄爐外脫硫·····	66
高爐冶炼中硫的变化和減少生鉄中含硫量的途径·····	74

瑞典的生鐵爐外脫硫法

李 公 達

瑞典的那尔田頓厂及都蒙納互厂冶炼托馬斯生鉄，一般不进行爐外脫硫，渣比 ($\frac{CaO}{SiO_2}$) 在 1.2—1.3。鉄水內含硫維持在 0.06% 的上限，如超过上限，則在大沟內用烧碱面脫硫。酸性平爐及酸性轉爐用的生鉄的含硫要求达到最低限度并維持稳定。用木炭冶炼时，这个不成問題。用焦炭冶炼时就要进行爐外脫硫。同时爐內渣比可維持得低些，在 1.0 左右或是 1.1。斯潘勒赫屯及法格斯塔两厂使出爐鉄水流入一轉鼓形爐內用石灰进行脫硫，結果每爐生鉄含硫保持在 0.010% 以下，經常可达 0.005%。这个脫硫法是目前各种从鉄水中脫硫方法中效率最高的一种，它称为卡林脫硫法。这种脫硫法是在 1947—1950 年試驗成功的，1950 年首先在斯潘勒赫屯厂試用，最終結果良好，效率很高。斯潘勒赫屯厂脫硫爐是 15 吨的。1952 年法格斯塔厂建設一个 25 吨的。瑞典还有一个生产翻砂生鉄的厂也采用了脫硫迴轉爐，听說挪威及西德已有采用此法脫硫。苏联黑色冶金設計院也很重視这个問題，正在考虑設計一个大型 (100 吨) 脫硫爐。

卡林法脫硫效率见图 1。鉄水在迴轉爐內旋轉 15 分鐘能把生鉄水中含硫从 0.120% 降低到 0.010% 以下。

斯潘勒赫頓厂 300 次脫硫的結果見下表及图 2。

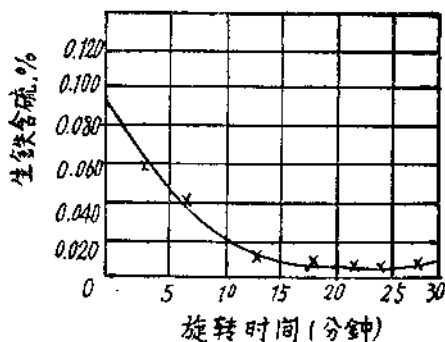


图 1 卡林法脱硫效率

脱硫前 S %	次数	脱硫后 S %	次数
0.020—0.050	51	0.002—0.010	216
0.051—0.100	127	0.011—0.020	60
0.101—0.150	87	0.021—0.030	21
0.151—0.200	25	0.031—0.040	3
0.201及以上	10	平均0.009	300
平均0.095	300		

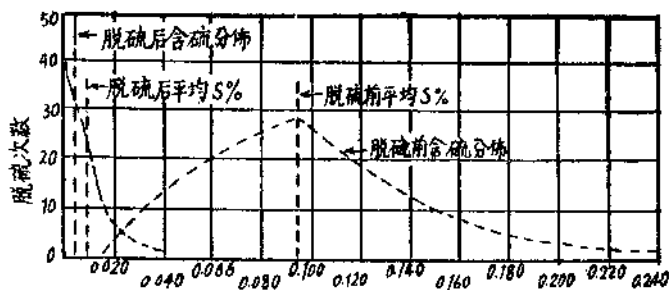


图 2 铁水含硫 %

从图2的正态分布曲线来看，有充分的保证，能把铁水中含硫脱到0.010%以下。

下面谈一谈迴轉爐設計上的一些問題。

25吨迴轉爐外壳直径約2.8公尺，从入口到底部长約4.3公尺，鉄水面寬2.5公尺，长3.5公尺，装完25吨鉄水

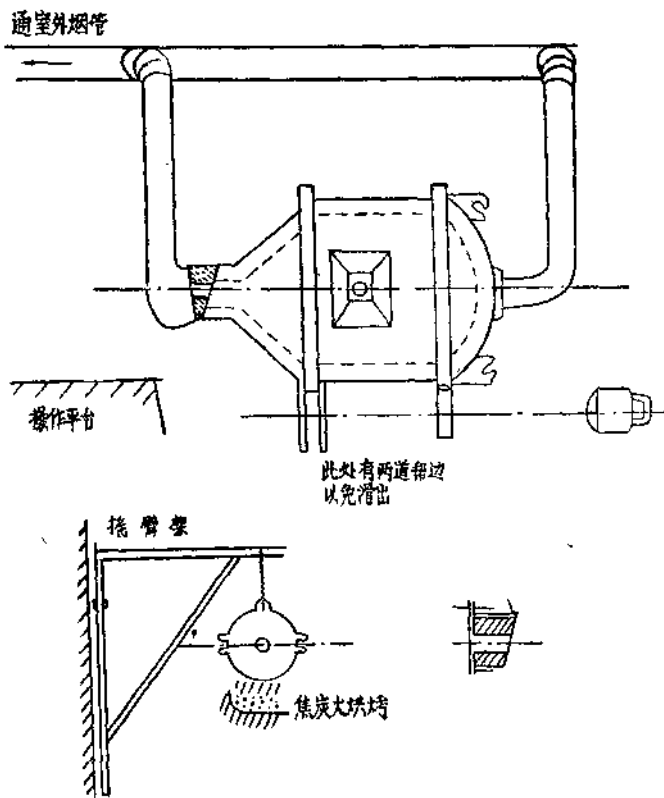


图3 迴轉爐

以后，水平放着鉄水面要比爐口低一些，以留余地好加石灰（图3）。

此爐可以处理 25 吨以下的鉄水，但不能处理多于 25 吨鉄水。

两个厂用的爐衬都是 300 公厘厚，里面一层是耐火砖，厚 150 公厘，靠鉄壳有两层隔热砖，每层厚 $2\frac{1}{2}$ 英寸。

廻轉爐右边圓錐形部份是用螺絲紧上的，砌好砖再装上。其余部份都是用电焊。爐子两头都有孔，入口孔的大小要能进得去一个人，底部孔約在 300 公厘左右。这两个孔是在新爐开爐时从两头烘烤用的。烘烤时两端都要装一个烟道管子，把烟尘引出室外。烘烤好以后，后面的孔就可以用火泥火砖封严，外加盖鉄板用螺絲撑紧。入口处的烟筒管每次脱硫都要用，是可以轉动的，用时拉出来对上盖口，不用时推回去，此筒下面扩大一些成一袋形，以便收集一些吹出来的灰尘及鉄粒。

鉄水注入口是个斜的，以便好接受鉄水。盖子不与廻轉爐相連，用一个搖臂架挂着，用时推到入口再从两边缺口用螺絲撑紧，不用时用火烘着。爐盖中間有一个約 50 公厘的孔。脱硫头 5 分鐘时由此孔噴火，并讓它噴到烟筒里去，待噴火停止后推开烟筒，用泥把孔堵上。

廻轉爐是用吊車吊起放下的，在設計时要注意使尾端較前端略重，以便吊起时整个鼓与平面成一个小的坡度，以免鉄水倒出，但此坡度又不可太大，大了廻轉爐不易放到轉輪上去。

廻轉爐操作时应注意的問題如下：

开爐时把廻轉爐內火砖烘到鉄水的温度(1400度)以后，

应当連續使用不要在途中烘烤，因為爐內脫硫需要強的還原條件，中途烘時把氧氣帶到爐內去了，同時也把爐村上粘的鐵水氧化成三氧化二鐵（ Fe_2O_3 ）。所以，停時要把入口封上或在口內燒火。

在從高爐大溝接鐵水時，要格外把大溝作緊，不使有浮砂混入鐵水，更要盡量把渣子撇干淨。不要帶一點的砂子或渣子入爐。

石灰的灼減及水分都要低於 5%，要新燒成的，新磨細的，磨到 0.5 公厘以下，如果燒成後不能馬上磨，要放在鐵桶密封保存，以免吸收水分。磨好後用紙袋裝起來，紙袋有一尺長半尺方圓，每袋有一定重量，在迴轉爐旋轉以前，用手一包包的從入口投入鐵水面上，紙袋最好是現用現裝不要放久了，以免吸入水分。瑞典磨石灰的設備安在迴轉爐附近，是密封自動性的，一開馬達就能出石灰粉，再從下面用紙袋接着石灰，一包包的放在車上推到爐旁，每處理一次現裝一車。

加入石灰的重要決定於鐵水含硫多少，含硫高時加到 6—8 倍，通常加入量為鐵水重量的 1% 至 2.5%（2.5% 是指生鐵含 S 在 0.3% 時），另外為保持爐襯清潔，並使石灰不粘鐵珠，可加入約 0.012% 鐵水重量的鹼面，鹼面也是包在紙袋內投入的。原試驗時曾經加入焦粉，現在正規操作時認為沒有必要。迴轉爐接完鐵水，安放在轉動輪上後，即加入石灰及鹼面，加完後把入口蓋上，小孔留着，把煙筒對上小口，然後開始轉動。起動時先開到每分鐘 5 轉，此時由小孔內噴出甚為激烈的火焰。隨着轉數的增加，火焰噴出漸少，5 分鐘後火不噴了。此時在不停車中堵上小口，再繼續

以每分鐘 30 轉速度轉 17—20 分鐘。

然后再打开盖子，吊起廻轉爐將鉄水倒入平爐，混鉄爐或鑄鉄机等处。倒鉄水时石灰仍然粉状浮在鉄水面上，不会随着鉄水流出来，等到鉄水倒完后，再把廻轉爐完全豎立起来倒出石灰，此时石灰应成淡黄色粉末，含硫 5—10%。

廻轉爐去硫对生鉄成份不发生严重影响，平爐鉄、翻砂鉄、托馬斯鉄都可以在爐內一次把含硫除掉。鉄水內不含矽时也可以除硫，含硫高到 0.5% 一次也能除到 0.010% 以下，但是，如果鉄水流动性不好，則脫硫效率会低落。在溫度 1200°C 时也能操作，一般的最好維持在 1250—1400 °C 之間。廻轉爐不用时爐內溫度会降低到 1100°C，但是脫硫的化学反应是个放热反应，操作时还会有所补偿。全部操作过程中鉄水溫度降低 25—50°C。

脫硫时，矽降低 0.05% 左右，錳、碳、磷不发生变化，但矽很低时磷也可降低一些。

脫硫时如果溫度許可的話，还可加矽、加錳、或加入廢生鉄以調整生鉄成份。

过低的降低矽量会造成 CaSiO_3 的生成，这会造成石灰粘結，降低效率，所以脫硫时必须还原气氛。

生鉄用石灰粉脫硫

B. 卡林 S. 爱克托普

近几年来对生鉄脫硫問題的研究和发展，已进入不同的領域。目前可以說生鉄爐內脫硫在許多情況下并不很有效，而且在高爐內为获得低硫生鉄，会大大增加成本；另一方面，生鉄爐外脫硫法已經表明可用簡單而可靠的方法炼得含硫極低的生鉄，苏打灰曾长期用来作为爐外脫硫剂。然而近几年来更大的注意已轉向直接使用干石灰脫硫，并証明石灰是一种理想的脫硫剂，因为它便宜，又到处都可利用，如使用得当，几乎可炼成无硫生鉄。

众所周知，要有效地脫硫，就必须具有下列的三个条件：

- (1) 碱度高；
- (2) 低的氧的电位势差；
- (3) 脫硫剂能与鉄水很好的接触。

用石灰脫硫第一个条件自然是具备了，虽然在此法中用石灰，但它仍保持固态，并不形成低CaO活度的渣子，此点将在以后叙述。尤楞斯坦 (Eulenstein) 和克路斯 (Krus) 氏曾将石灰块放进一个緩慢旋轉的爐內，爐子操作时用粉焦加热。在第二个和第三个条件都不理想时，效果并不显著。吉得芮克 (Giedroyc) 和丹塞氏 (Dancy) [2] 用石灰球或包石灰的焦炭来增大生鉄与石灰的作用面。这是一个有趣的研究方法，但由于石灰消耗量太高，在实际应用上是失败的。

为了力求石灰与生鉄的有效接触，以获得最大作用面，

其最簡便的方法，自然是使用石灰粉。在瑞典杜那凡特(Domnarfvet)发展了卡林—杜那凡特法(Kalling-Domnarfvet)。采用此法可使鉄水与石灰紧密的相接触，迄今它仍是迴轉爐上所采用的一种方法，因迴轉爐的高速運轉，爐料可获得极其有效地混和。

在大规模操作中表明，迴轉爐是进行脫硫的一个有效設備。当然，搅拌作用也可用其他方法来完成，如用一般鉄水桶使其在平台上旋轉或搖动，最后石灰和鉄水在此同时傾入鉄水桶內。目前这个可能的方法和其他搅拌法一样，正在杜那凡特发展起来。

使石灰与生鉄水接触的另一方法，就是用壓縮空气将石灰吹入鉄水中。此法曾在杜那凡特进行試驗，但結果并不滿意。汗德生和赫姆(Hendersen 和Hulme)所叙述到的其中有一种类似的方法，即用 CaC_2 代替石灰。屈雷梯涅、华尔和阿拉特(Trentini, Wahl, 和Allard)在他們最近出版的著作中，关于用氮气从爐底风眼把石灰粉吹入鉄水的研究中有半数曾得到很好的結果。

下面是在迴轉爐內操作的卡林—杜那凡特脫硫法。

本法的冶金原理

本法在正常情况下去硫程度为90—95%，即生鉄未处理前含硫若为0.1%，則处理后可降至0.01%以下。所有用此法操作的工厂业已証明，实行此法几乎立刻可达到这个数值，并且也沒遇到什么问题。图1为一般的去硫曲綫。从此图可以看出，旋轉15分鐘即足以把含硫量降到0.01%以下，这就很容易取得更低的含硫值，例如降低到0.005%以下。

事实上,工厂已有55%的爐数做到低于此值。一般生鉄未处理前含硫量为0.1—0.15%是正常的,但发现含硫較高的也可以有效地脫除。如要使含硫量0.2—0.3%的生鉄脫硫,只須增加石灰的数量,脫硫時間与前相仿。在高爐內如生鉄的Si和Mn含量正常,可能到达的最高含硫量大約为0.5%,即使是这样高的含硫量亦可在一次操作中毫无困难地降低到0.01%。在我們的一次小规模試驗中,曾將不含矽的生鉄脫硫可由含硫量0.579%降低到0.007%,以后成本計算是以脫硫到0.01% S为基础的,因为脫硫作用的进行假定在0.02% S时停止,也无人能相信会有任何节约意义。

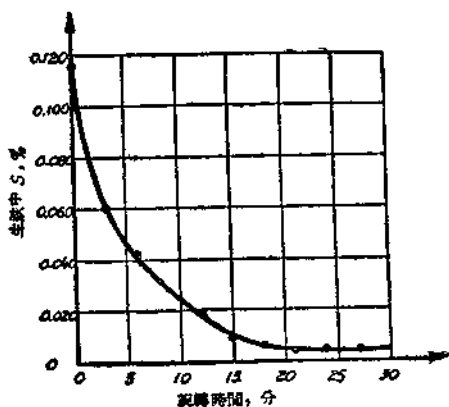
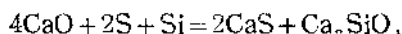


图1 大规模操作的一个正常脫硫曲綫

石灰用量主要取决于原来含硫量的多少,一般含硫較低时,用量应为原来含硫量的10—12倍,較高时应为5—8倍。这就意味着原含硫量为0.1%,则需要1%石灰;当含硫量为0.3%,則石灰量为2.5%。石灰成分的要求并不太严

格，但 SiO_2 含量必須低于4—5%煅烧損失約为5%。石灰应粉碎到小于0.5公厘。

生鉄的成分看来对去硫結果并无任何影响，根据下列反应生鉄中的含矽量，通常足够用作还原剂。



然而，上式表明，无矽生鉄仍可有效地进行脫硫。在此种情况下，碳代替矽而起还原剂作用。关于脫硫作用，平爐炼鋼生鉄，鑄造生鉄和碱性轉爐炼鋼生鉄完全得到相同的效果。所以說生鉄成分要求不是很严格的，似乎对于脫硫效果并无影响，只是对流动性有重要的意义，因为这是决定石灰和生鉄的接触可能达到某种程度的因素。由于矽作还原剂，因此在处理时这个元素的含量会有些降低，例如，当含硫量由0.1%降至0.01%时，矽減少0.05%。但Mn、C和P的含量一般保持不变。当生鉄含矽极低时，可以发现P含量亦可能会有所降低。

已証实迴轉爐是一种优良的設備，因为在迴轉爐內可以加入必要的加入物来調整Si和Mn的含量。此外，当溫度的要求并不很严格，例如在送往鑄鉄机鑄成鉄块时，还可加入和熔化廢鉄。

脫硫可在溫度1250—1450°C范围内进行。对于碱性轉爐炼鋼生鉄，溫度可以較低，約1200°C。这个作用为放热反应，矽在氧化时所放出的热量足够加热石灰粉。所以溫度的降低只是由于迴轉爐本身热量損失。在一个25吨迴轉爐內，正常的溫度下降大約每小时，25°C这个数字即代表在爐內进行处理时，每小时的溫度降低。

迴轉爐在每次处理之間一般不加热，部分原因是不需

要，部分是因为加热会生成氧化鉄，这将影响下阶段脱硫的效果。为了避免氧气的引入，在处理时，爐子要保持封閉。这对避免爐渣随同鉄水进入爐內是很重要的。

实际上在处理时所有石灰仍保持粉状，石灰量愈多，渣量愈少。在石灰粉中有一定数量的小鉄球。但这可用篩分或磁选的方法容易地除去。鉄的实际損失約为 0.1%，它們形成了細小顆粒或矽酸鉄。如加入少量苏打灰（重量为石灰的 1—3%），則石灰中含鉄量就有显著降低。同时，加入苏打还有助于保持爐子清洁，和防止石灰与爐壁的粘結。

迴轉爐的构造

爐子的构造很简单，由一圓筒形外壳构成，外壳的一端成圓錐形，为出鉄和加料用，如图 2 所示。一个 25 吨爐子內径为 2.5 公尺，熔池面長約为 3.5 公尺。目前最大的爐子容量为 30 吨，但是有理由相信，爐子的容量可以达到 100 吨或者更大。25 吨爐子合适的旋轉速度为每分鐘 30 轉，所需轉动力是很低的。

爐子是用粘土耐火砖砌筑，这些砖必須質地致密并有很好的抗磨損力。爐衬寿命主要根据所处理鉄水温度而变化，一般为 500—1000 爐。

本法的操作

在迴轉爐內装入由混鉄爐或直接来自高爐或化鉄爐的鉄水。然后用天車把它放在旋轉架上，此时将石灰粉加入。用紧密的盖子封閉爐子，旋轉 10—20 分鐘，然后再用天車將該爐鉄水倒入炼鋼爐或者混鉄爐，倒完为止。在倒出鉄水

