

国外高硫原料 炼铁与高炉的硅硫计算

上海科学技术情报研究所

国外高硫原料
炼铁与高炉的硅硫计算

*

上海科学技术情报研究所出版
新华书店上海发行所发行
上海商务印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 2.25 字数: 56,000

1978年1月第1版 1978年1月第1次印刷

印数: 1—3,600

代号: 151634·394 定价: 0.30 元

(限国内发行)

内 容 介 绍

由于世界各国和地区的原料分布不平衡,炼铁时必然会遇到含硫较高的原料:煤、焦炭、铁矿,我国也不例外。因此了解这方面的情况是需要的。

煤的脱硫进行过不少研究,但只有两个方法进行过或准备进行中间试生产的研究,这两个方法就是梅叶(Meyers)氏法和水热法。

梅叶氏法主要是能除去无机硫,所用的硫酸铁溶液在脱硫后可回收起来重复使用,脱硫效率在40~80%之间。

水热法是10%氢氧化钠和2%的氢氧化钙的溶液在高温(225~350°C)高压下脱硫,氢氧化钠和氢氧化钙也可再生后重复使用,数据表明除去无机硫的效率在87~99%之间,除去的有机硫的效率在24~72%之间,总脱硫效率的两个数据是50%和71.4%。

焦炭的脱硫还只是进行一些非常初步的研究。主要是在配煤炼焦时加入石灰、白云石或氧化镁,以便生成易溶于高炉渣的硫化钙或硫化镁,一篇报告分析了硫化钙的硫占总硫含量的比例,其数值在21.8~41.4%之间。

为了利用高硫原料炼铁与炼钢,国外很早就已开始研究高炉炉外脱硫,近来若干年为了利用高炉节省焦炭及提高生铁用低碱度渣时所得到的高硫生铁,为了改善钢管的加工性能及断裂韧性,需要得到超低硫($<0.01\%$)钢,以及纯氧顶吹转炉用生铁的量比平炉大等原因,又开发出来很多炉外脱硫法,脱硫剂有石灰、电石、苏打、镁焦等。脱硫方法是:高炉出铁时连续搅拌连续脱硫法,盛铁桶倾注法,吹料管顶吹法,吹料管浸吹法,耐材衬里搅拌法,旋转盛铁桶脱硫法,多孔塞头底吹脱硫法,浸入脱硫法。其主要特点都是在搅动铁水的情况下脱硫。

高炉生铁有炼钢生铁与铸造生铁之分,前者硅含量低,后者硅含量高,这里列出了在平衡状态下高炉炼铁时硅与硫的计算方法,计算表明它们的含量是成反比例的。

上海市吴泾化工厂、冶金部有色金属研究院广东分院对本书曾予以协助,仅此致谢。由于我们水平有限,对不妥和错误之处,望批评指正。

编 者

1977年8月

目 录

内容介绍

1. 煤与焦炭的脱硫.....	1
2. 可脱硫的直接炼铁法.....	4
3. 炉外脱硫法综述.....	7
4. 高炉的硅硫计算.....	22

煤与焦炭的脱硫

一、煤的脱硫

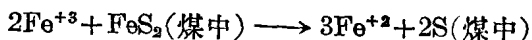
煤的脱硫在国外还处于研究阶段。

在实验室研究过的方法有：用氢氧化钠或碳酸钠溶液脱硫，在美国所作的试验曾得到24~30%的脱硫效率^[1]。埃及用丁烷在高温的脱硫效率最大为26.3%^[2]。埃及开罗大学对叙利亚的一种高硫(8.83%)石油延迟焦(相当于低挥发份的烟煤)用氢进行高温煅烧脱硫的研究，其结果如图1，在图中可以看出的是在1600°C保温30分钟的96%^[3]。上述研究均未见在同样条件下工厂规模的生产或中间试生产。

已经被命名为一个工艺方法且准备进行中间试生产的方法有下面两个。

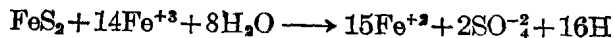
一个是美国发展的梅叶氏(Meyers)法^[4]，此法主要是能除去无机硫，脱硫效率40~80%，准备建一个日产100吨的中间试生产的厂。

这个方法的要点是：煤磨成-1/4吋，-14筛号，-100筛号三种颗粒进行试验，用硫酸铁溶液溶解煤中硫铁矿(亦称黄铁矿)形式的无机硫，其反应式如下：

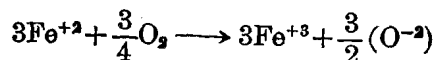


此式反应温度与时间为70~100°C、4小时，煤中元素硫用20%的石脑油溶液加热(70°C)萃取之，此溶液经冷却后即可沉淀出元素硫，溶液又可重复使用^[5]。

附加的反应还有：



分出浸出液后，可用空气将硫酸亚铁氧化成硫酸铁，其反应式如下：



硫酸铁是可以重复使用的。估计这样处理每吨煤的成本为1.95美元。

另一个脱硫方法是美国巴特尔研究所最近发表的水热法(Battelle hydrothermal coal process, 简称为BHCP)^[6~7]，方法是用10%氢氧化钠(或钾)加2%的氢氧化钙的溶液，在225~350°C及250~2500磅/吋²的大气压下处理30分钟^[8]，对无机硫的脱硫效率数据在87~99%之间，对有机硫的脱硫效率数据在24~72%之间，对中间预生产厂的脱硫效率曾得下列两个结果：

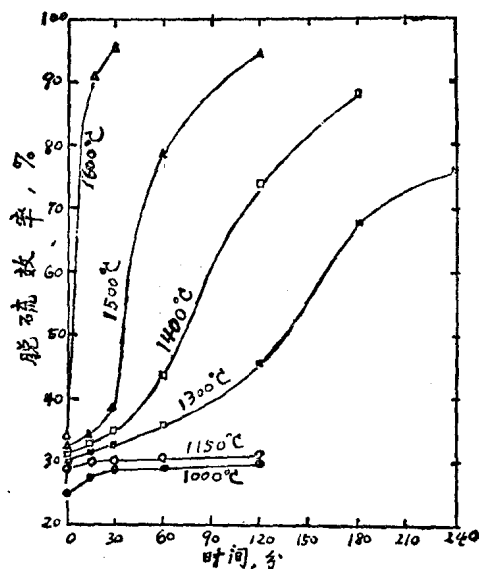


图1 不同温度下石油延迟焦脱硫效率与煅烧时间的关系

煤的来源	原来硫, %	处理后的硫, %	脱硫效率, %
Martinka	2.8	0.8	71.4
Renton	1.2	0.6	50

浸出液可通以二氧化碳及加石灰石再生后使用, 脱硫流程如下:

高硫的煤→研磨(70%为-200筛号)→混合槽→脱硫的压热器→热交换器→离心过滤器→干燥器→脱硫后的煤。

离心过滤器出来的废液在化学再生塔中进行化学反应, 所生成的二硫化氢气体进硫回收车间以回收元素硫, 反应液经过滤器过滤后的溶液含有再生后的氢氧化钠等化合物, 可加入混合槽中重复使用, 过滤后的沉淀物可回收一些化合物、煤和金属。

二、焦炭的脱硫

焦炉的脱硫效率约有 20%^[1, p. 104]。此数字不能满足需要, 因此用煤炼成的焦炭的脱硫也可加以考虑。

焦炭的脱硫更只是进行一些非常初步的研究。如苏联科学院西伯利亚分院研究了石灰对焦炭的影响, 他们以 2 公斤炉料装入铁箱内放在焦炉中于 900°C 保温 2.5 小时, 加了 5~25% 的石灰(磨成小于 0.25 毫米), 这种焦炭他们称为溶剂焦, 一部分结果如下表^[9]。

表 石灰对焦炭性能的影响

配 煤 成 分 (%)			焦炭收得率	炉 料 硫	焦炭中硫	焦炭中 CaS 的 硫	CaS 的硫与焦炭中硫之比 (%)	强 度
伊尔库兹克 二 层 煤	切 烈 姆 霍 夫 斯 克 煤	石 灰	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(公斤米/米 ²)
30	65	5	60	2.77	3.01	1.06	34.29	155
30	60	10	61	2.69	3.31	1.1	38.2	115
60	35	5	58	4.84	4.32	0.91	21.2	173
60	30	10	61	4.88	5.17	1.58	30.7	132.68
60	25	15	61.5	4.72	5.72	2.54	44.4	56.5
70	15	15	62	5.47	6.33	3.03	47.9	55
70	10	20	62.8	5.41	6.77	3.39	44.2	78
70	5	25	64.2	5.84	6.79	3.33	49	79.8

焦炭加了石灰以后, 一部分硫变成了易溶于高炉渣的硫化钙, 当石灰加入量在 15% 以上时, 硫化钙的硫占总硫的 40% 以上。强度则都是随着石灰含量的增加而降低。

还研究过在焦炭中加 8% 的氧化钙, 煅烧的白云石, 可将焦炭的硫 2.66% 降至 1.2%^[10]。在焦炭中加氧化镁也进行过试验^[11]。

参 考 文 献

- [1] Fuel, V. 47, N. 6(1968) 455.
[2] Fuel, V. 52, N. 1(1973) 66.

- [3] Fuel, V, 52, N. 2(1973)128.
- [4] Coal age, V. 77, N. 11(1972)76.
- [5] PB221405~221406(1973).
- [6] Coal age, V. 80, N. 9(1975) 72.
- [7] Hydrocarbon processing, V. 54, N. 7(1975) 115.
- [8] (日本)科学新闻, 1975 年 8 月 1 日。
- [9] Изв. Сибир. Отдер. А. Н. СССР, 10(1966) 24.
- [10] Chemical abstract, 1962 年, Vol. 58, 10008f.
- [11] Chemical abstract, 1971 年, Vol. 76, 61665m.

可脱硫的直接炼铁法

高炉以外的炼铁方法统称直接炼铁法,高炉的主要原料是铁矿与焦炭,由于某些国家或地区缺少焦炭或只有难以用高炉冶炼的特殊铁矿,因此必需采用直接炼铁法。通常按设备来分约有九大类:即矮高炉、矮电炉、隧道窑、竖炉、回转炉、反应罐、流态床、移动床、水法冶金等^[1~2]。高硫铁矿是一种特殊铁矿,适用于这种矿的方法有矮电炉和水法冶金法。

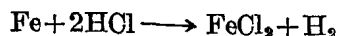
矮电炉是为了避免炉料架桥而从电高炉发展起来的,由于电弧的温度很高,硫极易挥发。如一种硫铁矿(硫 0.7~1.5%,铁 58~62%,二氧化硅 7~12%)用矮电炉进行了试验,还原剂可用低级的无烟煤,试验用的是细焦炭 2 份,焦炭块(灰份 15%,固定碳 80%)1 份,变压器功率 12,000 千伏安,所得结果如下表^[3]。

表 矮电炉的炼铁试验结果

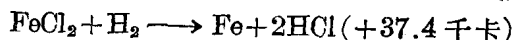
生 铁 编 号	1	2
碳, %	3.8~4	3.8~4
硅, %	1~1.5	2.5~3
锰, %	3.1~3.5	0.5~0.7
硫, %	0.006~0.03	0.005~0.02
磷, %	0.025~0.04	0.025~0.04
电耗, 度电/短吨	<2200	<2600
焦比, 磅/短吨	>800	900

其硫磷含量都合于一般的钢铁标准。

水法冶金法直接炼铁是加拿大研究出来的。目的是想利用一种很难选矿的鲕状铁矿砂以制取铁粉,最早的规模仅每天 100 磅^[4],方法的要点是:铁矿磨成小于 1/4 吋的颗粒,以 1 比 1 的重量比例混以小于 1/4 吋的煤炭,混合物在炉内烧煤气的回转炉(象 RN 型)中于 900~1000°C 还原焙烧 1~3 小时,以便将三价的氧化铁还原成二价的氧化铁或金属铁,磁选后就加盐酸溶液(HCl 20~31%)溶解成氯化亚铁溶液,在溶解槽中升至 100°C 保温 30 分钟,即可溶解完毕,其反应式如下:



之后经转鼓式过滤器过滤,蒸发,结晶成 $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 结晶体泥浆及母液送入连续离心机,氯化亚铁就可从溶液中分离出来,干燥后氯化亚铁用氢还原的反应式如下:



氢的温度是 800°C^[5], 所得铁粉含铁 99.2%。硫是变成硫化氢气体放出,放出气体的分析如下(体积百分数):

H_2 :82	CO_2 :11.6	CO :2.8
CH_4 :2.4	H_2S :1.2	AsH_3 :0.1

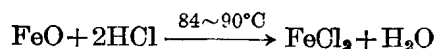
分离氯化亚铁结晶后的废液可用 Aman 型反应器在约 600°C 的温度下水解其中的氯化物变成盐酸,可循环使用。氢还原后生成的氯化氢经用水吸收后也可循环使用。

加拿大用上述工艺于1970年在安大略省建成了一个年产5万吨的盐酸浸出废钢(铁屑、镀锡钢板等)的铁粉厂^[5]。

后来又报道,该厂因设备腐蚀严重,已经关闭^[6]。看来腐蚀主要是在热氢还原的有关设备之中。苏联莫斯科钢与合金研究所认为可用反应温度较低的带钢盐酸酸洗工艺来避免腐蚀^[7]。

在半连续式、连续卧式、连续塔式盐酸酸洗热轧带钢(或丝材)及线材生产中过去大量使用的是能回收盐酸的焙烧法^[8~9],其反应式如下:

溶解:



焙烧:

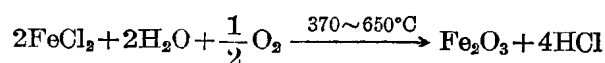


图1是日本福山钢铁厂1969年发表的流程图^[8]。

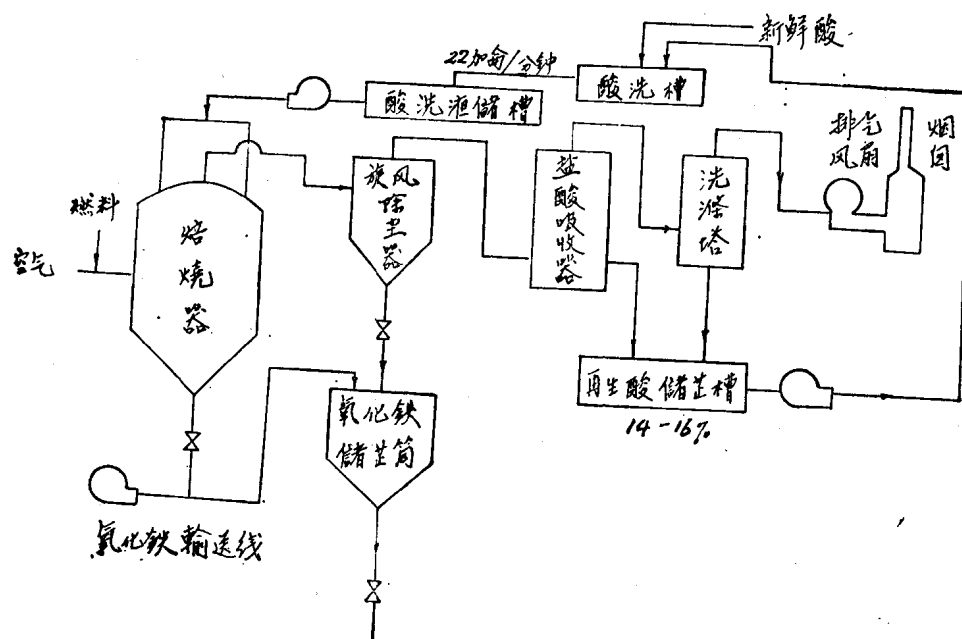


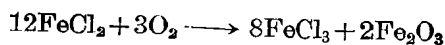
图1 日本福山钢铁厂焙烧法盐酸回收流程图

图中“储”字之后的字应为“藏”字

日本该厂六月内盐酸(35% HCl)单耗平均为每吨钢3.6磅,损失盐酸为使用量的10%,盐酸再生效率为94~96%,此厂酸洗线生产率为185吨/小时,氧化铁生产量为9磅/吨钢,为氧化皮损失量的92%。

1973年发表的一个温度更低的回收铁的方法,称为湿式化学法^[10],经蒸发后的酸洗液含氯化亚铁35~40%,此蒸发器温度为82~105°C,以后在149°C的温度及10.5公斤/厘米²气压下将氯化亚铁氧化成氯化铁,再于155~163°C的温度下在水解器内水解成氯化氢与三氧化二铁,其反应式可列出如下:

氧化:



水解:



溶液升至 149°C 后再使之与高压空气接触,即可氧化成氯化铁。

水解器与蒸发器的结构相似,进入此器中的液体含氯化铁 $40\sim 45\%$,它在燃烧管(内燃烧混有空气的天然气或重油)外沿着螺旋路线流动,使此溶液得到 $155\sim 163^{\circ}\text{C}$ 的温度,最后在文氏管喷口与管内气体相混,起反应后的气体含氯化氢约 $25\sim 30\%$,在一个绝热吸收器中氯化氢被水吸收成约 20% 的盐酸溶液而循环使用,此法已通过了 1 加仑/分钟酸洗液的中间工厂试验,设想一套 60 加仑/分钟的厂房占地仅约 7,000 呎²,其流程示意图如图 2。

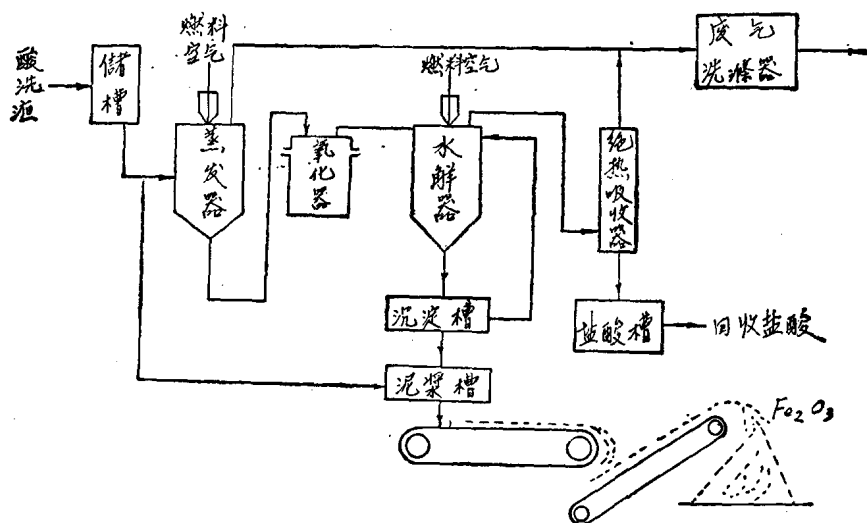


图 2 湿式化学法铁与盐酸回收流程

以上两个方法所得氧化铁可以很容易用氢在约 980°C 的温度还原成铁粉^[11],或作化工原料及炼铁炼钢原料使用。

为了扩大铁粉的出路,有人认为需采用粉末轧制法以便将铁粉制成带钢^[12]。

参 考 文 献

- [1] Aspect of modern ferrous metallurgy, 1964, p. 11.
- [2] (日本)金属, 39 卷 10 期(1969)98.
- [3] Met. prog. (1937 年 9 月号)268.
- [4] Canad. Min. and Met. Bull. V. 57, N. 624(1964) 421.
- [5] Canad. Min. and Met. Bull. V. 63, N. 693(1970)59.
- [6] Canad. Chem. proc. V. 57, N. 1(1973)4.
- [7] Попом. MET. 5(1974)20.
- [8] Iron and steel eng. V. 46, N. 9(1969)120; V. 48, N. 8(1971)53
- [9] Wire and wire prod. V. 42, N. 11(1967)2000.
- [10] Iron and steel eng. V. 50, N. 4(1973)40.
- [11] Powder metallurgy, V. 11, N. 22(1968)233.
- [12] Precision metal, V. 26, N. 10(1968)65.

(本文中冶金部有色金属研究院广东分院有关同志提供了线索,仅此致谢)。

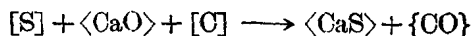
炉外脱硫法综述

一、序 言

为了利用高硫原料炼铁和炼钢,国外早在三十年代即已开始研究炉外脱硫,一英国人已综述至 1969 年为止的研究结果^[1],为了利用高硫焦炭炼铁,利用高炉节省焦炭及提高生产率用低碱度渣时所得到的高硫生铁,为了改善钢管的加工性能及断裂韧性要得到所需的超低硫(<0.01%)钢,以及纯氧顶吹转炉用生铁的量比平炉大等原因^[2],故国外近几年在工厂中采用了很多炉外脱硫法,现综述如下。

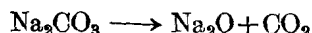
二、脱 硫 剂

① 石灰是最经济的脱硫剂,其反应式如下^[3]:



脱硫率一般为 25~20%^[4],苏联一作者用衬耐火材料的吹气管浸在铁水中吹入小于 0.10 毫米的石灰粉,脱硫率达 40~50%,因还太低,故很少在生产中应用^[5]。

② 苏打灰(Na_2CO_3)是一种强碱性的脱硫剂,其反应式如下^[6],

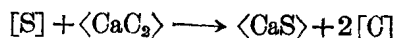


由此所产生的气体搅动铁水以加速脱硫反应:



脱硫率在某些方法中可高达 90%。

③ 碳化钙的脱硫反应按下式进行^[3]。



近几年来,用这种脱硫剂的方法很多,其脱硫率容后再述。

④ 用镁来作脱硫剂也有不少报告发表,加拿大三作者列出了生成硫化物的自由能^[7]。

表 1 某些硫化物的生成自由能

硫化物	硫化铈	硫化钙	硫化镁	硫化锰	硫化铁
千卡/克分子	-200	-180	-105	-85	-32

他们认为较高亲合力的铈与钙的硫化物的生成自由能是有些浪费的,硫化镁的生成自由能是足够的。

用镁作脱硫剂的形式有镁丝^[7]、镁棒^[8]、镁粉^[9]、镁焦^[10],其中以后者已用于生产,我们将叙述其加入方法。

⑤ 此外还有一些试用过的混合脱硫剂,如氨基氰化钙($CaCN_2$)^[11],法国一作者曾试用过这样的配方:氨基氰化钙 45%,石墨 12%,碳酸钙 22%,氧化钙 11%,氢氧化钙 3.5%。用压

缩空气通过浸入铁水中的钢管吹入脱硫剂, 得脱硫率为 89~95% (200 吨混铁车中所得数据)^[11]。

加混合脱硫剂的还有石灰和苏打灰^[1, 12], 萤石和苏打灰以及铈合金^[13]。如用苏打灰 57%, 萤石 18%, 石灰 25%, 混合物用量为铁水的 0.8% 时, 脱硫率为 40~70%^[1, 13]。

碳酸钠为 60%, 氢氧化钠 20%, 碳化钙 20%, 此混合物用量为铁水用量的 1.5% 时, 可使硫降至 0.02% 以下^[14]。

石灰与白云石用量为铁水的 1.5%, 脱硫率约 30%^[15]。

高炉渣再加以苏打灰和石灰时^[16], 脱硫率在 35~70% 之间^[17]。

挪威人在苏打灰和石灰中再加以金属镁, 脱硫率有 99% 及 77.5% 的报告^[1] (Chem. abst. Vol. 48:50506)。

这些混合脱硫剂多数仅只作过试验, 并且很少在生产中应用, 所以不多作叙述。

6. 从以后所列的报告中可知, 炉外脱硫的成本约 50~80% 以上取决于脱硫剂, 因此我们列出一些常用脱硫剂的价格, 以便选用时作参考, 其数据及有关参考文献如表 2。

表 2 各种脱硫剂的价格

脱 硫 剂	文 献	年 份 与 国 家	价 格	折成每公斤的单价
石灰	[18]	1957 年美国	20 美元/短吨	0.022 美元/公斤
同上	[19]	1972 年西德	0.05 西德马克/公斤	
苏打灰 (58%)	[20]	1975 年英国	35 英镑/吨	0.035 英镑/公斤
碳化钙 (电石)	[20]	1975 年英国	40.88 英镑/吨	0.04 英镑/公斤
碳化钙	[21]	1968 年美国	0.08 美元/磅	0.176 美元/公斤
同上	[22]	1972 年西德	0.48 西德马克/公斤	
同上	[23]	1973 年英国	60 英镑/吨	0.06 英镑/公斤
同上	[23]	1973 年美国	144 美元/短吨	0.158 美元/公斤
金属镁	[7]	1974 年加拿大	1.03 美元/公斤	
φ3.2 毫米镁丝	[7]	1974 年加拿大	2.2 美元/公斤	
镁焦 (镁约 45%) 中镁	[7]	1974 年加拿大	2.67 美元/公斤	
混合稀土 (50% 铈)	[7]	1974 年加拿大	7.18 美元/公斤	

注: 据 1972 年各国概况, 贬值前 1 美元=3.66 西德马克, 贬值后 1 美元=3.22 西德马克。

三、脱 硫 方 法

由于脱硫反应基本上是唯一的化学反应, 并且绝大多数方法是在不加热的情况下进行的, 所以方法及设备一般均较简单, 有了示意图后只要略加说明, 再加上已有的一些必要的数字, 此法即可有基本的了解。

1、高炉出铁淌道搅拌连续脱硫法

此法是 1967 年西德莱因钢铁厂发展起来的, 1972 年在欧洲已有 24 套这样的设备, 其示意图如图 1^[44]。

搅拌桨系用优质耐火材料制成, 有提升机构, 提升后便于更换, 寿命一般是 70 次^[44], 生产用装置每分钟出铁量在 2~13.5 吨之间 (13.5 吨/分系炉身直径 24 尺, 日产生铁 1500 吨高炉的出铁量)。加料装置是一个可控制的螺旋输送机, 其平面布置如图 2^[22]。

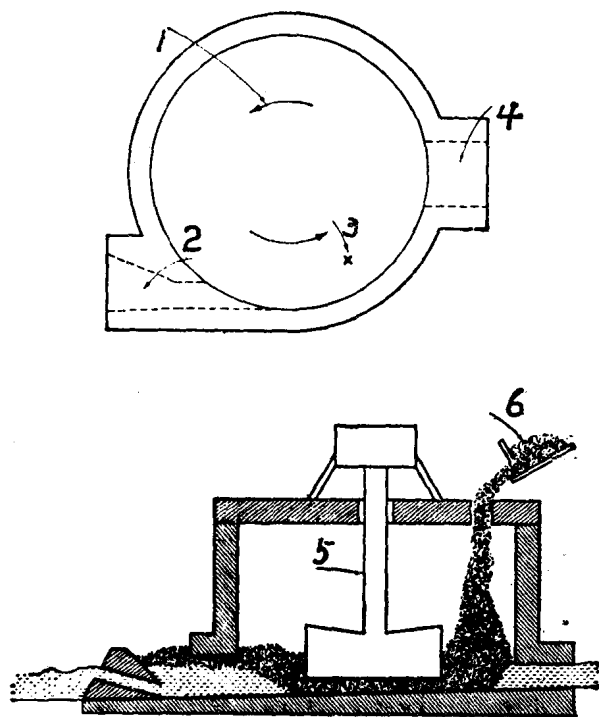


图1 高炉出铁淌道搅拌连续脱硫法示意图

- 1—搅拌方向 2—铁水出口 3—脱硫剂加入处
4—铁水入口 5—搅拌桨 6—脱硫剂

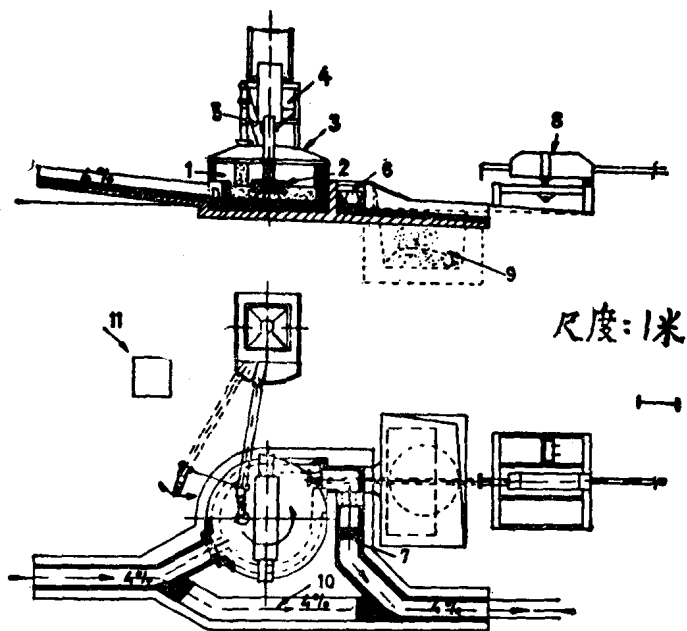


图2 高炉出铁淌道搅拌连续脱硫法设备布置图

- 1—铁水进口 2—耐火材料搅拌桨 3—盛铁桶盖 4—马达 5—升降装置 6—铁水出口 7—档渣桥 8—扒渣机 9—渣坑 10—出铁备用旁路, 4% 为斜率 11—操作控制台

2 吨的盛铁桶经预热后温度降为 45°C , 20 吨的盛铁桶温降仅 20°C , 其温度降低量与盛铁桶容量的关系如图 3^[22], 由图可知, 容量愈大, 温度降低愈少。

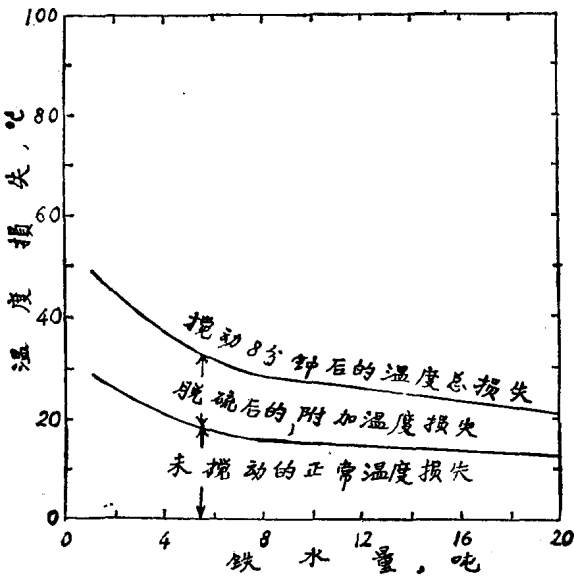


图 3 铁水温度降低量与盛铁桶容量的关系

脱硫率可从图 4 看出, 由图可以看出, 电石加入量愈大, 最初含硫量愈大, 则脱硫率愈高^[44]。

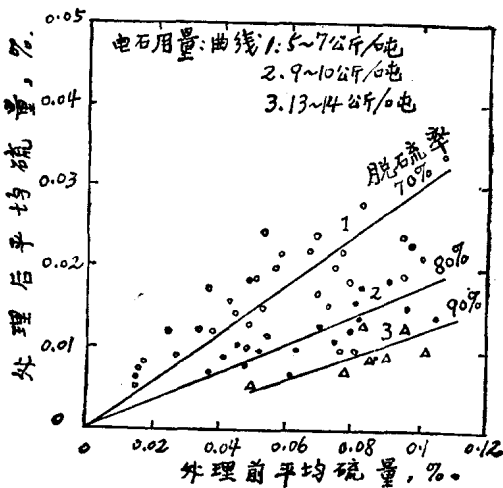


图 4 脱硫率与电石用量的关系

可见加电石 13~14 公斤/吨后, 脱硫率可达 90%。

当盛铁桶容量为 5 吨, 最初含硫 0.1%, 脱硫后含硫 0.01%, 铁水温度为 1400°C , 电石用量为 10 公斤/吨, 其成本计算如下^[22]。

项 目	单 价	用 量	价格, 西德马克/吨铁水
电	0.48 西德马克/公斤	$\times 10$ 公斤/吨	$= 4.8$
搅 拌	150 西德马克/公斤	$\div (5 \text{ 吨} \times 70 \text{ 支})$	$= 0.43$
人	(10 西德马克/小时 $\times 2$ 人 $\times 0.25$ 小时)	$\div 5$ 吨	$= 1$
预 热			$= 2$
折 旧、 维 修	$\frac{15000 \text{ 西德马克} \times 0.02}{50 (\text{次/月}) \times 5 \text{ 吨}}$		$= 1.2$
合 计			$= 9.43$

2、盛铁桶倾注法

这是最早的方法,在混铁炉铁水流入盛铁桶的同时加脱硫剂苏打灰造渣脱硫,倾注两次则效果更好,示意图如图 5^[24]。

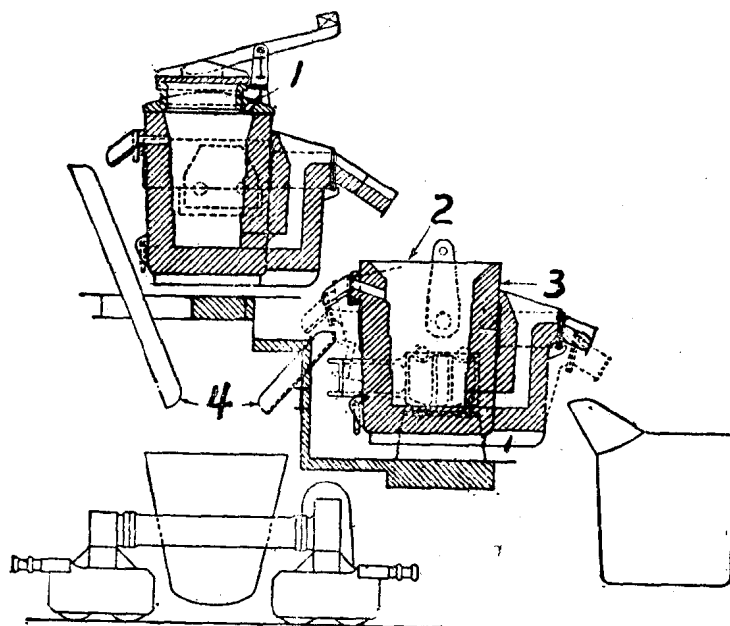


图 5 盛铁桶两次倾注脱硫设备示意图

1—重油烧嘴 2—苏打灰 3—碳质炉衬 4—渣

一次倾注时所用苏打灰为 14 磅/吨,二次倾注则只须用一半即可,而脱硫率则可由原来的 50% 增至 70~80%,如原来含硫约 0.08%,可减至 0.02% 以下,因苏打灰的碱性强,当用焦油(6%)白云石炉衬时,5 吨容量盛铁桶的脱硫率可大于 90%。当预先熔化苏打灰(加入量 0.5%)时,温度降低仅 30~40°C,1957 年欧洲的脱硫用苏打灰用量为 17.8 万吨。

3、吹料管顶吹法

此法在 1956 年即已开始使用,日本在名古屋、堺、大分等地的钢铁厂每月共有 54.85 万吨的生产量,其设备布置法见图 6^[32]。

此法的特点是电石粉用吹气管在铁水上部吹入,此机构与纯氧顶吹转炉炼钢的 LD-AC 法相同,每吨铁水用 3~4 公斤电石粉时,脱硫率在 80% 以上,与搅拌浆法的脱硫率比较见图

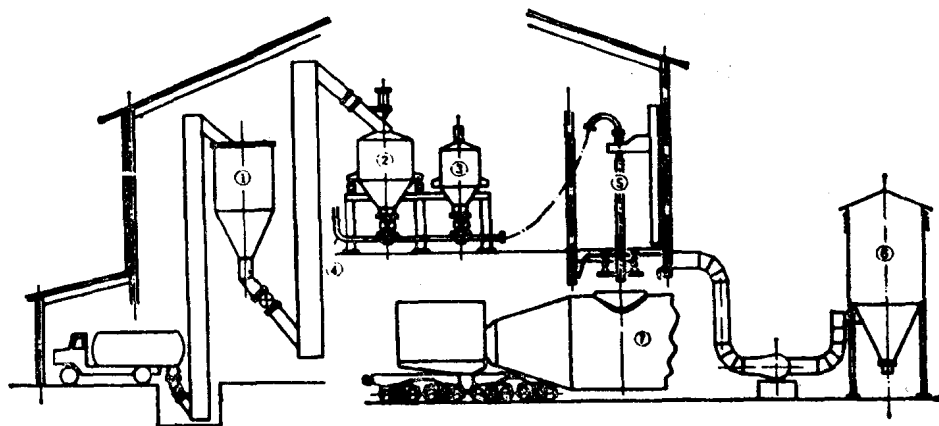


图6 混铁车顶吹脱硫装置示意图

1—脱硫剂储放箱 2—脱硫剂吹入箱 3—脱硫辅助反应剂储放箱
4—进气管 5—吹气管 6—集尘器 7—混铁车

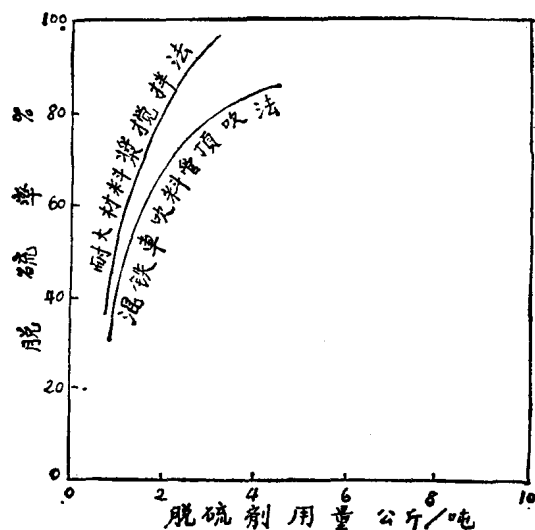


图7 搅拌浆法与顶吹法的脱硫率与电石用量的关系

7^[32], 日本的设备每月可处理铁水 11,000~15,000 吨。当加入辅助脱硫剂氧化铁时, 尚可提高脱硫率 10~20%。

4、吹料管浸吹法

此法的吹料管系浸入铁水中以压缩空气或氮吹入脱硫剂进行脱硫。

1956 年美国用石墨管浸入铁水中深 40~60 吋(约 75 吨盛铁桶), 铁水原含硫 0.059%, 每立方呎氮气吹入 2.08 磅电石粉, 每吨铁水每磅电石脱硫率平均为 20.3%, 最后硫为 0.032%, 脱硫率约 45%^[36]。

1967 年苏联用耐火材料的吹料管浸入盛铁桶深一米, 吹入 6~8 公斤/吨铁水的石灰粉(小于 0.1 毫米), 脱硫率为 40~45%^[5]。

日本以带电石粉的氮气吹入 10 公斤的铁水中, 脱硫率在 10~85%, 但初始含硫量在 0.046~0.05% 之间^[27]。所用电石成分为: CaC_2 : 77%, CaO : 15%, 游离碳: 1%, SiO_2 : 3%, 其他 4%。

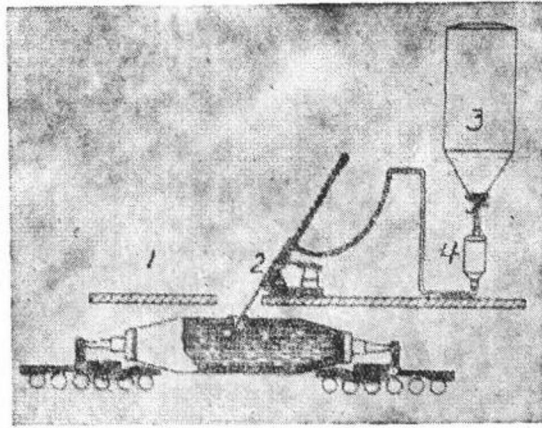


图8 混铁车浸吹电石粉脱硫设备布置示意图
1—工作台 2—吹料管设备 3—储料箱 4—分料箱^[30]

西德虽还研究过浸吹苏打灰^[23]。但以浸吹电石粉得到了生产中的大量应用^[29~30]。吹料钢管外涂陶瓷材料,每根可用两次,内径为1吋,压缩空气须加干燥设备,以得到 -40°C 露点的空气,半工业性试验的混铁车容量为260吨,吹电石粉后温度降低约 7°C ,每月生产为15~20万吨,其设备示意图如图8^[30]。混铁车上部还有加烟气罩的,以改善车间空气的卫生条件^[33]。

脱硫率与电石的关系见图9^[30]。

成本计算图表明^[30]:每月生产10万吨的车间,电石占成本的70%,30万吨则占85%左右。脱硫剂占成本的大部分。

苏联最近报告过铁水中浸吹镁粉(0.5~2毫米),当加入镁粉约1公斤/吨铁水时,脱硫率在86~93%之间^[31]。

法国所用浸吹法系以氨基氰化钙为脱硫剂,有关数据在脱硫剂的一节中已经叙述过^[11],故不再多述。

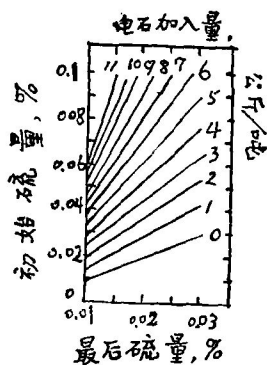


图9 混铁车浸吹电石粉脱硫法
脱硫量与电石用量的关系

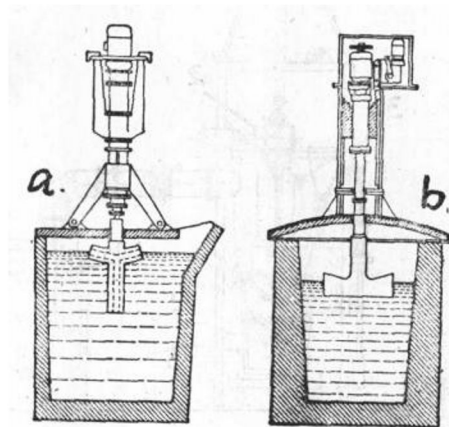


图10 耐火材料浆搅拌脱硫设备示意图
a—空心搅拌浆 b—实心浆