



铁液脱硫、脱硅、脱磷技术

山西机床厂七分厂技术科 (太原 030009) 王建明

TF5 B

我国有上万座铁液生产设备, 提高铁液质量尤其是中、小型私营企业生产的铁液质量十分重要。

我国铁矿资源较丰富, 但含铁品位低, 铁矿质量不高, 包括矿石中的硫、磷等杂质含量较高, 因此克服铁矿石的质量问题, 提高铁液的质量, 对出炉后的铁液进行脱硫、脱硅、脱磷处理是大型企业近 10 年来迅速发展的工艺技术。提高铁液和生铁质量是提高钢液质量, 提高铸件质量, 降低钢液成本, 提高经济效益的有利措施。所有铁液生产企业都应努力创造条件提高铁液质量。

为了便于理解, 提高实用性, 本文对工艺、材料使用及基本配方做一个简述。仅供大家参考。

1. 铁液的脱硫工作

铁液中的硫元素是从铁矿石与焦炭中带来的。铁矿石中硫化物含量决定铁液中硫含量的高低。焦炭中的含硫量一般应 $w_S < 0.80\%$, 焦炭中的硫含量太高不应用于炼铁生产。矿石中铁的氧化物与其他非金属氧化物如: SiO_2 、 P_2O_5 、 MnO 等在炼铁过程中发生还原反应, 使这些氧化物失去氧, 因此铁液中含有除了碳以外的磷、锰、硅、硫等元素。铁液有比钢液好的脱硫条件, 因为铁液中几乎不含自由的氧化物。只要铁液具有一定高的铁液温度 (一般应 $\geq 1360^\circ C$), 加入脱硫剂后就能脱硫。铁液温度越高越有利于发挥脱硫剂的作用, 脱硫率也就

铁液熔化后调整成分的时间, 也带来合金元素熔炼损耗的增加和熔炼成本的上升。

(2) 要注意熔炼前后材质的影响 通常情况下, 采用工频感应电炉熔炼, 在炉内改变熔炼铸铁牌号时应注意前后材质的相互影响。对于中频感应电炉, 在熔炼高铬铸铁后, 即使是在炉内剩余少量的高铬铁液, 或是在炉壁上附着少量的铬氧化物, 都会对后续熔炼的材质带来不良的影响, 特别是后续熔炼球墨铸铁时。为此, 在后续熔炼合金铸铁之前最好加一次灰铸铁的熔炼。另外, 即使是后续熔炼 HT250, 在配料时碳当量比平常配高一些, 也是很有必要的。

(3) 配料的技巧 由于感应电炉熔炼合金铸铁

越高。脱硫前铁液化学成分见表 1。

表 1 脱硫前铁液的化学成分 (质量分数) (%)

元素	C	Si	Mn	P	S
含量	4.0~4.5	0.6~1.0	0.3~0.7	0.12~0.3	0.06~0.1

铁液具有良好的脱硫条件, 它的脱硫成本要比钢液脱硫成本低的多, 因此应大力提倡铁液脱硫。铁液脱硫剂的种类, 配方很多, 并且配比不很严格。常用的铁液脱硫剂有以下几种。

(1) 氧化钙 这是石灰的主要成分。应使用活性大的氧化钙, 把烧好的活性石灰粉碎成 ≥ 200 目的粉状。这是价格最低廉, 脱硫剂中最主要的成分, 各种配方中几乎都有它, 配比可以从 50% ~ 100%。缺点: 喷粉去硫时流动性不好, 容易堵塞管道; 容易水化, 自动吸收空气中的水份而失效; 加入量大, 渣量大, 粉尘大, 劳动工作环境差。为了提高氧化钙粉剂的流动性, 进一步提高脱硫剂的脱硫效果, 在石灰粉中加入 10% 左右的石墨碳粉, 可以大大提高脱硫剂的流动性, 也能促进铁液脱硫。加入 5% 的氟石粉 (CaF_2) 可以大大提高炉渣的流动性, 使石灰粉快速熔化, 促进脱硫。

(2) 电石 (CaC_2) 电石粉的脱硫能力比石灰粉要强的多, 可使铁液获得超低硫含量 ($w_S \leq 0.01\%$), 问题是成本高, 极易受潮水化并产生可燃性气体, 所以使用时必须采取安全防护措施。电

时可以在炉料和合金全部熔化后用光谱分析仪分析成分后再做成分调整。因此, 在配料时通常采用简化的计算方法。即对回炉铁、生铁、废钢和铁屑等主要炉料在配料时均不计算元素的熔炼损耗率, 仅在铁液成分分析出来后直接补加不足的量。配料时用的元素熔炼损耗率可参考表 2。为了不致铁液中的 Cr 过量, 一般在配料时 Fe-Cr 的熔炼损耗率先作 5% 计算, 经过铁液成分分析之后再补加其不足。

表 2 感应电炉熔炼合金铸铁

配料时用的元素熔炼损耗率 (%)

Cu	Ni	Fe-Mn	Fe-Si	Fe-Mn	Fe-Cr	Fe-V	Fe-P	Fe-Ti
0	0	5~10	5~10	10	10~15	10~20	10~20	40~50

(20020805)

石粉可以与其他石灰粉质脱硫剂配合使用。

(3) 石灰石 (CaCO_3)、苏打 (Na_2CO_3) 粉也可做为脱硫剂中的辅料 配比必须根据铁液温度决定, 铁液温度 $\geq 1300^\circ\text{C}$ 时可以加入 20% ~ 30%。铁液温度低可以少加入或不加入, 加入量太大会严重降低铁液温度, 从而降低了 CaO 的脱硫效果。

石灰石和苏打在铁液中会迅速分解, 产生的氧化碳气体能使铁液沸腾, 增进了脱硫剂与铁液的接触面积, 产生的活性氧化钙、氧化钠能快速参与铁液的脱硫工作, 促进石灰粉的脱硫作用。脱硫剂配比及加入量见表 2。

表 2 脱硫剂配比及加入量

序号	脱硫剂配比 (质量分数) (%)	加入量/ $\text{kg}\cdot\text{t}^{-1}$
1	活性石灰 (CaO): 100	10 ~ 15
2	电石粉 (CaC_2): 100	4 ~ 6
3	CaO : 50 ~ 55 (60 目), CaCO_3 : 25 ~ 30, CaF_2 : 5, C: 10 ~ 15	8 ~ 10
4	CaO : 95, Al 粉: 5	4 ~ 6
5	CaO : 60 ~ 70, Na_2CO_3 : 20 ~ 25, CaF_2 : 5, C: 10	6 ~ 8
6	CaO : 60, CaCO_3 : 10, Na_2CO_3 : 15, C: 10, CaF_2 : 5	7 ~ 12
7	CaO : 50 ~ 60, CaCO_3 : 30 ~ 40, CaF_2 : 5, C: 5 ~ 10	6 ~ 10

加入方法: 出铁后应将铁液表面的酸性渣洗净, 用喷粉枪插入铁液中喷吹, 插入深度当然越深越好。喷吹的气体: 氩气或氮气; 喷粉强度: 50 ~ 60 kg/min ; 粉/气比: $m = 10$; 粉气出口速度: 80 ~ 120 m/s , 采用二孔喷枪, 喷孔内径: 15 mm , 喷气压力: 2.9 ~ 3.9 MPa , 喷吹时间: 10 ~ 15 min 。实际上脱硫剂的加入量和喷吹时间是根据铁液硫含量和铁液温度决定的, 要灵活掌握。脱硫后的铁液成分见表 3。

表 3 脱硫后的铁液成分 (质量分数) (%)

元素	C	Si	Mn	P	S
含量	4.0 ~ 4.5	0.6 ~ 1.0	0.3 ~ 0.7	0.1 ~ 0.35	≤ 0.02

2. 铁液的脱硅与脱磷

铁液脱硅剂与脱磷剂都属于氧化剂。铁液的脱硅、脱磷在铁液温度下都是通过对铁液的氧化脱掉的。铁液要想脱磷, 就必须首先进行铁液脱硅, 同时在脱硅的过程中也将铁液中的锰元素氧化脱掉。脱硅剂的成分就是铁矿粉: Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 。如果铁

液温度低也可以吹入氧气, 将铁液中的硅元素氧化掉。铁液脱硅后的化学成分见表 4。

表 4 铁液脱硅后的化学成分 (质量分数) (%)

元素	C	Si	Mn	S	P
含量	3.9 ~ 4.3	≤ 0.05	≤ 0.2	≤ 0.02	0.08 ~ 0.3

脱硅后必须把产生的炉渣清理干净。另外, 出铁过程中也可在出铁槽内加入铁矿粉脱去铁液中的硅元素。脱硅的化学反应属于放热反应, 可使铁液温度升高。为了便于迅速脱硅, 使硅的氧化物降低熔点, 利用扒渣, 可在脱硅剂中加入 10% ~ 20% 的石灰粉, 脱硅剂成分见表 5。

表 5 脱硅剂成分 (质量分数) (%)

材料	铁矿粉	氧化铁粉	石灰分	粒度/ mm
配比	75 ~ 85	10 ~ 20	10 ~ 20	1 ~ 5

铁液脱硅后就可脱磷, 铁液脱磷的条件: ①将铁液表面的酸性炉渣扒干净。②铁液中 $w_{\text{Si}} \leq 0.05\%$, $w_{\text{Mn}} \leq 0.15\%$ 。③铁液温度 1200 ~ 1450 $^\circ\text{C}$ 。脱磷剂成分组成见表 6。

表 6 脱磷剂 (质量分数) (%)

元素	FeO	CaO	CaF_2	粒度	加入方法
含量	50 ~ 60	35 ~ 40	5 ~ 10	200 目	喷吹

注: 1. 氧化铁粉。氧气割切金属时或金属热处理、轧钢时产生的氧化铁皮。

2. 氧化钙。石灰经过一定温度加热后产生的活性石灰。

3. 天然氟石经烘烤后粉碎。

用喷粉枪插入铁液中喷入脱磷剂。铁液表面可加入石灰粉、氟石粉, 利于磷的氧化物固溶在炉渣中。炉渣的碱度应 ≥ 3.8 。根据铁液含磷量决定喷吹时间, 喷吹后应立即把铁液表面的炉渣扒干净, 防止回磷。脱磷后的铁液成分见表 7。

表 7 脱磷后的铁液成分 (质量分数) (%)

元素	C	Si	Mn	S	P
含量	3.80 ~ 4.2	≤ 0.05	≤ 0.1	≤ 0.02	0.01 ~ 0.07

3. 结语

以上“三脱”技术仅供参考。因为各厂的铁液成分、温度和生产条件不同, 效果也就不同。

没有喷粉条件的可进行翻包处理。就是把“三脱”剂, 预先放入包内, 翻 2 ~ 3 次包也可达到良好的效果。脱磷、脱硅时要注意缓慢翻包, 防止铁液剧烈沸腾而发生事故。

希望生铁生产企业以高质量的生铁来满足用户的要求, 用高质量的生铁占领本场, 发展壮大自己的企业。
(20021029)