

合金铸铁熔炼的基础知识

上海浦东马铁厂 (201209) 金仲信

TG2B

合金铸铁熔炼的关键, 在于如何经济地获得所需化学成分的铁液。

从氧化物生成的标准自由能和温度的关系可知, 各种元素与氧反应程度是不同的。为此, 正确选择适合于合金铸铁种类和生产量的熔炼炉是重要的。

对于合金铸铁的熔炼用炉, 由于各种熔炼炉有着各自的特长, 其熔炼气氛有完全不适应合金铸铁熔炼的, 也有只能一部分适应合金铸铁熔炼的。

通常, 合金铸铁可以用冲天炉或感应电炉熔炼。下面谈谈如何选择这两种熔炼炉及熔炼合金铸铁时的技术要点。

1. 合金铸铁熔炼用炉的选择

(1) 冲天炉 冲天炉大多用于普通铸铁的熔炼。与感应电炉相比, 由于不能避免炉内铁液的增碳和存在氧化气氛, 在严格、稳定地控制化学成分上有困难。然而, 它能够连续获得大量的铁液, 并随着优质合金添加剂的开发、焦炭质量的提高和采用热风、富氧送风熔炼, 可获得 1500℃ 以上的高温铁液, 单独熔炼低合金铸铁是不成问题的。

(2) 感应电炉 感应电炉采用间歇熔炼方式, 铁液的搅拌作用强烈, 在出铁前既可以用热分析仪和光谱分析仪迅速测定成分, 也有足够的时间测量铁液温度。因此, 化学成分和出铁温度均能恰当控制, 熔炼铁液成分均一, 最适合于熔炼合金铸铁。

一般来说, 采用工频感应电炉熔炼, 前后材质的残余铁液不易利用, 因此仅适合熔炼低合金铸铁。而对于中频感应电炉, 由于可全部出尽炉内的铁液, 不仅适合于熔炼低合金铸铁, 更适应于熔炼高铬铸铁和奥氏体铸铁等高合金铸铁。

2. 冲天炉熔炼合金铸铁的技术要点

(1) 合金的加入方法 将含有合金元素的特殊生铁或块状合金与其他金属炉料一起从冲天炉炉顶加入; 将合金在炉前出铁槽或从浇包加入。对于特殊生铁, 含有 V、Ti 的钒钛生铁等, 从冲天炉炉顶加入易于氧化和增碳的合金元素时, 为了尽量减少冲天炉熔炼时的氧化烧损, 一般使用水泥等粘结剂粘结成合金压块。应当指出的是, 氧化物生成的标准自由能 ΔF° 大、不易氧化的镍和铜, 即使从炉

顶加入, 氧化损失也小; 但对于标准自由能 ΔF° 小、易于氧化的铬铁、钼铁和钒铁等合金, 从炉顶加入不仅不经济, 化学成分也不易稳定。所以, 熔炼低合金铸铁在添加少量、而易于氧化的合金元素时, 一般不从炉顶直接加入, 而是在炉前的出铁槽或浇包中加入。

(2) 加入合金的粒度要求 在炉前加入合金时, 合金的粒度要加以控制。一般使用块度小、熔点低的合金。这样便于熔化、减少铁液降温, 元素熔炼损耗也少。但若使用粉状的合金, 由于其表面积大, 不仅易从铁液中浮出、形成炉渣, 元素熔炼损耗也大。为此, 在炉前加入的合金通常以 0.8 ~ 2.5 mm 左右的粒状为好 (见表 1)。

表 1 冲天炉炉前添加用的合金铁的成分
(质量分数)、熔炼温度、粒度要求

	锡	铅	锰	硅	钼	钒
C (%)	0.2 ~ 0.3	4 ~ 6	7.0 ~ 7.5	—	0.1	0.75 ~ 1
Si (%)	~	1 ~ 3	1.2 ~ 3.0	45 ~ 75	1.5 ~ 2.5	2.0 ~ 3.0
Mn (%)	—	—	65 ~ 79	0.4 ~ 0.5	—	0.5
Cr (%)	Ni92	62 ~ 75	—	—	Mo65 ~ 75	V40 ~ 50
Fe (%)	1.0 ~ 2.0	其余	其余	其余	其余	其余
熔炼温度 /℃	1260	1260	1250 ~ 1270	~ 1175	1510 ~ 1520	1250 ~ 1290
粒度 /mm	$\phi < 8$	0.5 ~ 1	1.5 ~ 3	1 ~ 8	0.5 ~ 1	0.5 ~ 1
熔炼损耗率 (%)	0 ~ 0.5	8 ~ 13	10 ~ 20	10 ~ 15	5 ~ 8	7 ~ 10

(3) 添加合金的熔化温度和元素熔炼损耗率

表 1 列出了冲天炉炉前添加合金的成分、熔化温度要求及元素熔炼损耗率, 可供参考。此外, 必须指出的是, 由于在炉前加入大量合金会导致铁液温度的显著降低, 所以, 合金加入量一般以 $w_{Ni} = 3\%$, $w_{Cu} = 2\%$, $w_{Mo} = 1\%$, $w_V = 0.5\%$ 为限度。

3. 感应电炉熔炼

(1) 对炉料要进行严格管理 在采用感应电炉熔炼合金铸铁时, 为了确保所需的化学成分, 也必须和冲天炉熔炼时一样, 对回炉铁、废钢、铁屑、生铁及合金等炉料进行严格的管理。否则, 会延长



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)