

·工程应用·

21

# 含钒钛铁水的预处理

113-120

TF 704.3

文光远

(重庆大学材料科学与工程学院, 重庆, 400044)

TF 704.7

**摘要** 根据含钒钛铁水的理化性质, 在实验室用喷吹法对含钒钛铁水的脱硅、脱钛和脱硫进行了试验与研究。

**关键词** 铁水; 前处理; 脱硅; 脱硫 / 脱钛

中国图书资料分类法分类号 TF 702.2

高炉冶炼

## 0 引言

含钒钛铁水

我国高炉冶炼钒钛磁铁矿的历史已有 30 余年, 对其高炉冶炼过程和炉渣的性质已进行了大量的研究, 但对高炉冶炼钒钛磁铁矿所获得的含钒钛铁水的预处理至今却很少有人作过系统的研究。

攀钢高炉是我国至今唯一采用高钛型炉渣冶炼的大型高炉, 其钒钛磁铁矿的配比约 85%, 铁水中 Si、Ti、V、S、P 的质量分数  $\omega$  分别约为 0.15%、0.12%、0.35%、0.065%、0.064%; 重钢高炉是我国大、中型高炉中钒钛磁铁矿使用得较多的高炉, 目前钒钛磁铁矿的配比约为 10%, 铁水中 Si、Ti、V、S、P 的质量分数  $\omega$  约分别为 0.6%、0.25%、0.09%、0.035%、0.27%。由此可见, 与普通高炉铁水比较含钒钛铁水的化学成分有很大的不同。同时, 高炉冶炼钒钛磁铁矿时由于必须采取低硅钛操作方针, 因而铁水的出炉温度比普通矿冶炼时约低 40~50℃ (重钢铁罐内铁水的平均温度约为 1 380℃, 攀钢相应为 1 335℃)。再有, Ti 对铁水的流动性有很大影响; 当铁水的 Ti 含量达到 0.2%~0.25% 时, 铁水的熔化性温度和粘度发生突变而急剧升高<sup>[1]</sup>。

正由于含钒钛铁水具有上述的一些特殊理化性质, 所以其预处理问题远比普通铁水复杂。总的来看, 含钒钛铁水的预处理任务不仅象普通铁水一样要“三脱”, 即脱硅、脱硫和脱磷, 而且要脱钛, 还得兼顾提钒, 并且对预处理过程中铁水的温降问题要充分考虑。就类似于攀钢的铁水而言, 其预处理的除氧化提钒外主要是脱硫; 就类似于重钢的铁水而言, 其预处理的首要任务是脱硅、脱钛和脱硫。因此, 笔者主要研究含钒钛铁水的脱硅钛和脱硫问题。

## 1 试验方案

普通铁水的预处理工艺是利用各种预处理粉剂分阶段对铁水进行脱硅、脱硫和脱磷, 粉

· 收文日期 1998-03-23

第一作者: 男, 1939 年生, 教授

剂加入铁水的方法主要为喷吹法<sup>[2,3]</sup>。

将铁水的硅含量降低不仅可以提高炼钢的效益,而且许多研究结果和生产实践表明,只有当硅含量降到0.10%~0.15%时,脱磷、硫才能取得好的效果<sup>[4]</sup>。同时,对含钒钛铁水进行预脱硅和脱钛,还能改善铁水的流动性和富集氧化提钒时的钒渣。因此,可以认为,含钒钛铁水预处理的首先步骤是脱硅和脱钛,其次是提钒,最后是脱磷和脱硫。前两个步骤均为氧化法,即采用固态和气态氧化剂,使铁水中的Si、Ti、V氧化形成氧化物而从铁水中脱除。由于Ti和Si对氧的亲合力相差并不太大,因而铁水中Ti和Si可以同时被氧化脱除,而难以分步脱除。故对含钒钛铁水而言,脱硅剂也就是脱钛剂,脱硅和脱钛可以同时进行。

基于上述理由和原因,为模拟实际生产条件,本试验的生铁试样取自重钢现场,其化学成分列于表1;预处理粉剂加入铁水的方式为喷吹法,以氮气作为粉剂的载气;铁水的温度控制为1300℃;采用重钢的烧结矿作为脱硅钛剂的主剂,以萤石作为辅助剂;采用石灰、电石、金属镁作为脱硫剂的主剂,以石灰石、萤石、焦粉作为辅助剂,分别组成石灰基、电石基和镁基复合脱硫剂。

表1 生铁试样化学成分 %

Si	Mn	S	P	V	Ti	C
0.51	0.67	0.022	0.26	0.085	0.218	4.33

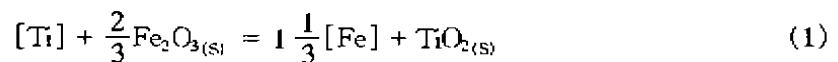
## 2 试验结果与分析讨论

### 2.1 脱硅钛的试验结果与讨论

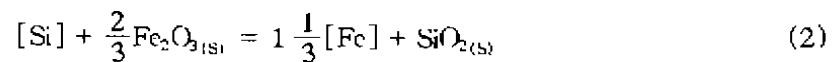
铁水脱硅钛试验共进行了3次,脱硅钛剂的用量每公斤铁水分别为13.75、20.63和27.5g,其试验结果列于表2。由此表可见,试验结果显示了很强的规律性:随着粉剂用量的增加,脱硅率和脱钛率均逐步提高。这充分说明,试验是成功的,其结果具有代表性。

在对含钒钛铁水脱硅钛处理时还应考虑到铁水中其他元素的氧化问题。由于各种元素与氧的亲合力大小的不同,从而可运用选择性氧化原理来控制 and 优化工艺过程与参数。在本试验条件下,作为氧化剂的烧结矿粉被氮气载体分散于铁水中,烧结矿粉中的铁氧化物( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{FeO}$ )与铁水中的元素发生氧化-还原反应。这些反应可看作固-液反应,根据有关热力学数据,可以计算出各反应的自由能 $\Delta G$ 和平衡常数 $K^{[5]}$ ,从而判断各元素被氧化的顺序。

铁水中Ti、Si、V、Mn、C与烧结矿粉中的 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 的反应式及其 $\Delta G$ 、 $K$ 如下:



$$\Delta G_1^0 = -366503.33 + 55.14T \quad \lg K_1 = 19141.55/T - 2.88$$



$$\Delta G_2^0 = -232242.33 + 25.56T \quad \lg K_2 = 12129.44/T - 1.33$$

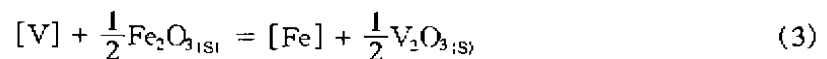
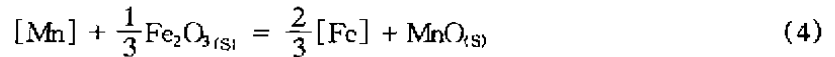


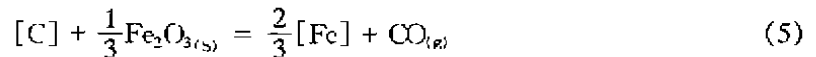
表2 铁水脱硅钛试验的结果

编 号		DST-1	DST-2	DST-3
脱硅钛剂配料比 %	烧结矿	90.91	90.91	90.91
	萤石	9.09	9.09	9.09
脱硅钛剂用量 / $g \cdot kg^{-1}$		13.75	20.63	27.50
生铁试样质量 / $kg$		8	8	8
载气( $N_2$ )流量 / $L \cdot min^{-1}$		6.5	5.5	6.0
喷粉剂时间 / $min$		4.67	13.67	17.5
粉气比		2.90	1.76	1.68
喷枪插入铁水深度 / $mm$		96	100	100
铁水 $\omega_s$ / %	喷粉剂前	0.47	0.48	0.48
	喷粉剂后	0.43	0.39	0.27
铁水脱硅率 / %		8.51	18.75	43.75
铁水 $\omega_{Ti}$ / %	喷粉剂前	0.161	0.102	0.134
	喷粉剂后	0.146	0.069	0.059
铁水脱钛率 / %		9.32	32.35	56.20
铁水温度 / $^{\circ}C$	喷粉剂前	1306	1301	1303
	喷粉剂后	1276	1260	1288
铁水温降 / $^{\circ}C$		30	41	15
脱硅钛剂利用率 / %		21.26	31.76	55.59

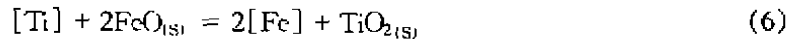
$$\Delta G_2^0 = -181282.5 + 38.23 T \quad \lg K_2 = 9467.93/T - 2.00$$



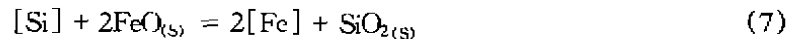
$$\Delta G_3^0 = -135679.66 + 42.82 T \quad \lg K_3 = 7086.21/T - 2.24$$



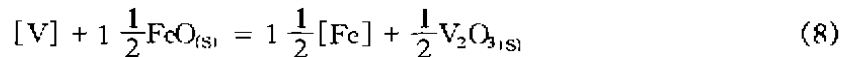
$$\Delta G_5^0 = 136207.33 - 127.97 T \quad \lg K_5 = -7113.77/T + 6.68$$



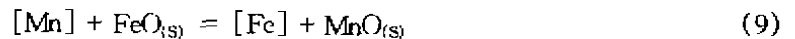
$$\Delta G_6^0 = -381848 + 93.37 T \quad \lg K_6 = 19942.97/T - 4.88$$



$$\Delta G_7^0 = -247587 + 63.79 T \quad \lg K_7 = 12930.85/T - 3.33$$



$$\Delta G_8^0 = -192791 + 66.9 T \quad \lg K_8 = 10068.99/T - 3.49$$



$$\Delta G_9^0 = -143352 + 61.94 T \quad \lg K_9 = 7486.92/T - 3.23$$



$$\Delta G_{10}^0 = 128535 - 108.85 T \quad \lg K_{10} = -6713.06/T + 5.68$$

表3 1300℃时铁水中各元素与铁氧化物反应的 $\Delta G^\ominus$ 和 $\lg K$ 

反应方程式	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
$\Delta G^\ominus/\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	-279.8	-192.0	-121.1	-68.3	-65.1	-235.0	-147.2	-87.6	-45.9	-43.7
$\lg K$	9.29	6.38	4.02	2.26	2.16	7.80	4.89	2.91	1.53	1.41

本试验铁水的温度为1300℃左右。在该温度条件下,上述各反应式的 $\Delta G^\ominus$ 和 $K$ 值列于表3。由此表可见:

$$\textcircled{1} \Delta G_1^\ominus < \Delta G_2^\ominus < \Delta G_3^\ominus < \Delta G_4^\ominus < \Delta G_5^\ominus; K_1 > K_2 > K_3 > K_4 > K_5.$$

$$\Delta G_6^\ominus < \Delta G_7^\ominus < \Delta G_8^\ominus < \Delta G_9^\ominus < \Delta G_{10}^\ominus; K_6 > K_7 > K_8 > K_9 > K_{10}.$$

这说明,铁水中各元素被铁氧化物选择性氧化的先后顺序是Ti、Si、V、Mn、C。

②按照各反应式的 $\Delta G^\ominus$ 和 $K$ 值,可以将这些元素分为3组:Ti和Si的 $\Delta G^\ominus$ 最小而 $K$ 最大,故将首先被氧化;V的 $\Delta G^\ominus$ 和 $K$ 居中,因而其次被氧化;Mn和C的 $\Delta G^\ominus$ 最大而 $K$ 最小,因而最后被氧化。

根据含钒钛铁水的理化性质和上述反应的热力学分析以及铁水预处理工艺的一般特点,可以认为,将钒钛铁水的预处理分为三个阶段和步骤来进行是合理可行的。即第一阶段,控制工艺条件和参数,使Ti和Si氧化脱除,而其他元素保留在铁水中;第二阶段,氧化提取V,而Mn、C保留于铁水;第三阶段,同时脱P、S或分步先脱P后脱S。

由表2可见,本试验在氮气作载气的条件下,由烧结矿和萤石组成的脱硅钛剂有很强的脱硅钛能力。当每公斤铁水的脱硅钛剂用量为27.5g时,其Ti含量由0.134%降到0.059%,脱Ti率达到56.2%;其Si含量由0.48%降到0.27%,脱Si率达到43.75%;脱硅钛剂的利用率达到55.59%,铁水的温降只有15℃。这充分显示和表明了,烧结矿粉是含钒钛铁水有效的脱硅钛剂;尽管Ti被氧化的趋势比Si强,能达到更高的脱除率,但Si的脱除率也较高,因此,Si和Ti可以同时被氧化脱除。

## 2.2 脱硫试验的结果与讨论

### 2.2.1 石灰基复合脱硫剂试验

该系列脱硫剂以石灰为主,电石和石灰石为辅,此外还配加10%的萤石和5%的焦粉;脱硫剂用量每公斤铁水为9g。为了能够在较少的试验次数下获得大量的试验信息,以便绘制等脱硫率图,采用三分量三阶对称单纯形混料回归设计法确定石灰、电石和石灰石的配比,其变化范围分别为50%~95%、0~45%和5%~20%,共得10个脱硫剂的配料方案。表4为该10个复合脱硫剂其脱硫试验的参数和结果。

按照混料回归设计的数据和表4的数据,可获得铁水脱硫率的回归方程,采用计算机对其进行运算和描点作图,得到了石灰基脱硫剂的等脱硫率图(图1)。

由表4可见,当石灰、电石和石灰石的配比分别为42.5%~80.75%、0~38.25%和

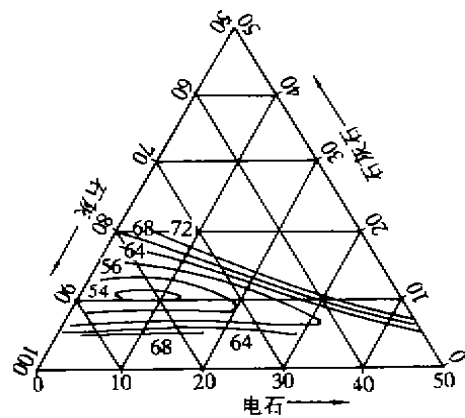


图1 石灰基脱硫剂等脱硫率图  
(曲线旁的数字为脱硫率,%)

4.25%~17%时,石灰基脱硫剂对铁水的脱硫率为 54.55%~70.59%。由图 1 可见,当石灰石的配比为 10% 左右时,等脱硫率线分布较疏,即为脱硫率较稳定的区域;等脱硫率线呈锐角形对称分布,其顶点指向电石,即随着电石的逐渐增加(相应石灰的逐渐减少),脱硫率逐渐升高;当电石的配比较低时,脱硫率随着石灰石配比的变化波动较大;当电石的配比为 30%~45%,石灰为 50%~65%,石灰石为 5%~10% 时为最高脱硫率区域,脱硫率可达 60%~72%。

表 4 石灰基脱硫剂的脱硫试验结果

编 号		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10
脱硫剂配 料比/%	石 灰	42.50	68.00	80.75	59.50	55.25	76.50	51.00	68.00	72.25	63.75
	电 石	38.25	0	0	12.75	25.50	0	25.50	12.75	0	12.75
	石灰石	4.25	17.00	4.25	12.75	4.25	8.50	8.50	4.25	12.75	8.50
	萤 石	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	焦 粉	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
脱硫剂用量/g		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
生铁试样质量/kg		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
铁水中硫 的质量分 数 $w_s$ /%	脱硫前	0.019	0.022	0.017	0.022	0.022	0.011	0.022	0.017	0.022	0.022
	脱硫后	0.007	0.007	0.006	0.007	0.008	≤0.005	0.007	≤0.005	0.009	0.01
铁水脱硫率/%		63.16	68.18	64.71	68.18	63.64	≥54.55	68.18	≥70.59	59.09	54.55
铁水温度 /℃	脱硫前	1309	1304	1303	1305	1304	1304	1300	1304	1304	1303
	脱硫后	1266	1280	1282	1283	1292	1270	1289	1276	1305	1281
铁水温降/℃		43	24	21	22	12	34	11	28	-1	22

注:当铁水的硫含量 $<0.005\%$ 时,由于分析不出准确的值,故用“ $\leq$ ”表示,而相应的脱硫率用“ $\geq$ ”表示。

表 5 电石基脱硫剂(I)的脱硫试验结果

编 号		MI-1	MI-2	MI-3	MI-4	MI-5	MI-6	MI-7	MI-8	MI-9	MI-10
脱硫剂配 料比/%	电 石	18.40	62.56	73.60	52.00	36.80	69.62	33.12	55.20	66.24	51.53
	镁 粉	69.00	13.80	13.80	35.00	50.60	13.80	50.60	32.00	13.80	32.19
	石灰石	4.60	15.64	4.60	13.00	4.60	8.28	8.28	4.60	11.96	8.28
	萤 石	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	焦 粉	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
脱硫剂用量/g		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
生铁试样质量/kg		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
铁水中硫 的质量分 数 $w_s$ /%	脱硫前	0.017	0.025	0.035	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.017
	脱硫后	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005	≤0.005	0.01	≤0.005	0.007	≤0.005
铁水脱硫率/%		≥70.6	≥80	≥85.71	≥80	≥80	≥80	60	≥80	72	≥70.6
铁水温度 /℃	脱硫前	1306	1303	1305	1300	1308	1304	1307	1307	1305	1306
	脱硫后	1292	1274	1290	1300	1295	1298	1285	1284	1297	1285
铁水温降/℃		14	29	15	0	13	6	22	23	8	21

### 2.2.2 电石基复合脱硫剂(I)试验

该系列脱硫剂以电石为主,金属镁粉和石灰石为辅,此外,还配加 5% 的萤石和 3% 的焦粉。同确定石灰基脱硫剂的配料比一样,也采用三分量三阶对称单纯形混料回归法来确定

电石、镁粉和石灰石的配比,它们的变化范围分别为20%~80%、15%~75%和5%~20%,共得10个复合脱硫剂的配料方案。脱硫剂用量每公斤铁水为9g。表5为其具体的配料方案和脱硫试验结果。

由表5可见,该系列脱硫剂的铁水脱硫率为60%~85.71%。但是,由于化学成分分析水平的限制,对于铁水中<0.005%的硫含量无法分析出准确的数值,因此,表3中的脱硫率不能完全表示真实情况。除M1-7和M1-9外,其余8个脱硫剂的铁水脱硫后硫含量均≤0.005%,相应其脱硫率≥70.6%~85.71%。

由于该系列脱硫剂的脱硫能力强,铁水的脱硫率大部分高于80%,加之又无法分析出硫含量<0.005%时的具体值,故未能获得回归方程,因此,未得到等脱硫率图,也难以判断电石、镁和石灰石对脱硫率的影响。

表6 电石基脱硫剂(II)的脱硫试验结果

编号	MII-1	MII-2	MII-3	MII-4	MII-5	MII-6	MII-7	
脱硫剂配料比/%	电石	41.42	73.58	87.42	57.80	64.42	80.50	67.46
	镁粉	46.00	0	0	23.00	23.00	0	15.23
	石灰石	4.58	18.42	4.58	11.50	4.58	11.50	9.21
	萤石	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	焦粉	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
脱硫剂用量/g	3	3	3	3	3	3	3	
生铁试样质量/kg	8	8	8	8	8	8	8	
铁水中硫的质量分数 $w_s$ /%	脱硫前	0.019	0.031	0.031	0.025	0.031	0.029	0.028
	脱硫后	0.005	0.028	0.022	0.018	0.016	0.024	0.022
铁水脱硫率/%	73.68	9.68	29.03	28.00	48.39	17.24	21.43	
铁水温度/℃	脱硫前	1297	1310	1307	1306	1296	1306	1309
	脱硫后	1263	1252	1296	1302	1246	1275	1286
铁水温降/℃	34	58	11	4	50	31	23	

### 2.2.3 电石基复合脱硫剂(II)试验

该系列脱硫剂仍以电石为主,镁粉和石灰石为辅,同样也配加5%的萤石和3%的焦粉,但脱硫剂用量减少到每公斤铁水3g。同样采用三分量三阶对称单纯形混料回归设计法确定电石、镁粉和石灰石的配比,它们的变化范围分别为45%~95%、0~50%和5%~20%,共得7个复合脱硫剂的配料方案。其具体配料方案和脱硫试验的结果列于表6。图2为通过回归计算和计算机描点绘图所获得的该系列脱硫剂的铁水等脱硫率图。

由表6可见,当镁粉、石灰石和电石的配比分别为0~46%、4.58%~18.42%和41.42%~87.42%时,其铁水的脱硫率为9.68%~73.68%。由图2可见,当石灰石的配比为

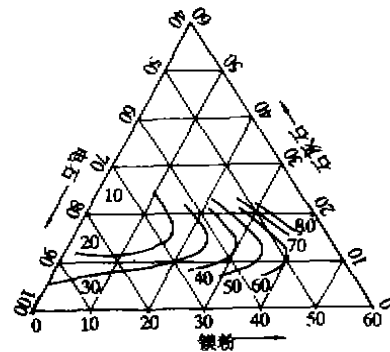


图2 电石基脱硫剂(II)等脱硫率图  
(曲线旁的数字为脱硫率,%)

10%~15%时,等脱硫率线分布较疏,即为脱硫率较稳定的区域;等脱硫率线呈抛物线形分布,其顶点指向镁粉,即随着镁粉的增加(相应电石的减少),脱硫率逐渐升高;当石灰石的配比>10%~15%时,每条等脱硫率线均几乎与代表石灰石配比的底边平行,这说明石灰石的配比对脱硫率的影响不大;当镁粉为40%~45%,电石为45%~50%和石灰石为10%~20%时,为高脱硫率区域,其脱硫率可达60%~80%。

#### 2.2.4 脱硫剂用量试验

为了考察脱硫剂用量对脱硫率的影响,以便确定各种脱硫剂最适宜的用量,对前述脱硫效果较好的石灰基脱硫剂中的C-2、C-4、电石基脱硫剂(I)中的MI-3和MI-1进行了不同用量的对比试验,其试验结果列于表7。

表 7 脱硫剂用量的脱硫试验结果

脱硫剂系列 与编号	脱硫剂 用量/g	铁水 $w_t$ /%		铁水脱 硫率/%	铁水温度/℃		铁水温降/℃
		脱硫前	脱硫后		脱硫前	脱硫后	
C-2-1	6	0.023	0.011	52.17	1 306	1 271	35
C-2-2	9	0.022	0.007	68.18	1 304	1 280	24
C-2-3	12	0.026	0.008	69.23	1 301	1 275	26
C-4-1	6	0.020	0.009	55.00	1 303		
C-4-2	9	0.022	0.007	68.18	1 305	1 283	22
C-4-3	12	0.035	0.008	77.14	1 308	1 271	37
MI-3-1	3	0.030	0.007	76.67	1 307	1 296	11
MI-3-2	6	0.035	$\leq 0.005$	$\geq 85.71$	1 302	1 290	12
MI-3-3	9	0.035	$\leq 0.005$	$\geq 85.71$	1 305	1 290	15
MI-3-4	12	0.026	$\leq 0.005$	$\geq 80.77$	1 309	1 293	26
MI-1-1	1	0.022	0.011	50.00	1 304	1 296	8
MI-1-2	3	0.025	$\leq 0.005$	$\geq 80.00$	1 302	1 290	12
MI-1-3	5	0.025	$\leq 0.005$	$\geq 80.00$	1 308	1 292	16

需要指出的是,MI-1的镁粉配比高达69%,电石仅为18.4%,因此,这实际上是镁基复合脱硫剂,而非电石基复合脱硫剂。

由表7可见,石灰基、电石基和镁基脱硫剂的试验结果均表明,随着脱硫剂用量的增加,铁水的脱硫率不断提高,但提高的幅度却逐渐减小。石灰基的C-2,当每公斤铁水用量为6g时脱硫率为52.17%,用量为12g时脱硫率为69.23%;石灰基的C-4,当每公斤铁水用量为6g时脱硫率为55%,用量为12g时脱硫率为77.14%;电石基MI-3,当每公斤铁水用量为3g时脱硫率为76.67%,用量为6g时脱硫率就已 $\geq 85.71\%$ 了;镁基MI-1,当用量为1g时脱硫率就达到了50%、用量为3g时脱硫率就已 $\geq 80\%$ 。

由表7的铁水温降可见,除C-2系列有所异常外,其余3个系列的试验结果均表明,随着脱硫剂用量的增加,铁水脱硫时的温降增大;石灰基的温降最大,为22~37℃;电石基的温降次之,为11~26℃;镁基的温降最小,为8~16℃。

### 3 结 论

1) 含钒钛铁水中各元素被铁氧化物选择性氧化的先后顺序是Ti、Si、V、Mn、C。铁水预处理可分为3个阶段:①同时脱钛和脱硅;②提取钒;③同时脱磷和脱硫,或分步脱磷和脱硫;

2) 由烧结矿和萤石组成的脱硅钛剂有很强的脱硅钛能力,能同时将铁水的钛和硅氧化脱除;

3) 石灰基脱硫剂在每公斤铁水用量为 9 g 的条件下,当石灰的配比为 50%~65%,电石为 30%~45%和石灰石为 5%~10%时为高脱硫率的配料比区域,脱硫率可达 60%~72%;

4) 电石基脱硫剂(I)在每公斤铁水用量为 9 g 时,10 个不同配料方案的脱硫剂中,有 8 个其铁水脱硫后的硫的质量分数  $\omega_s \leq 0.005\%$ ,相应脱硫率  $\geq 70.6\% \sim 85.71\%$ ;

5) 电石基脱硫剂(II)在每公斤铁水用量为 3 g 的条件下,当电石配比为 45%~50%,镁粉为 40%~45%和石灰石为 10%~20%时为高脱硫率的配料比区域,脱硫率可达 60%~80%;

6) 脱硫剂用量对比试验结果表明,镁基脱硫剂的脱硫能力最强,电石基脱硫剂的脱硫能力次之,石灰基脱硫剂的脱硫能力最弱;在维持相同的脱硫率条件下,其脱硫剂用量电石基约为镁基的 2 倍,而石灰基约为镁基的 6 倍;镁基和电石基脱硫剂能对铁水进行深度脱硫,而石灰基脱硫剂不能进行深度脱硫;

7) 镁基脱硫剂的铁水温降  $\Delta t$  最小,在每公斤铁水用量为 1~5 g 时,  $\Delta t$  为 8~16℃;电石基脱硫剂的  $\Delta t$  次之,当 MI-3 的用量为 3~12 g 时,  $\Delta t$  为 11~26℃;石灰基脱硫剂的  $\Delta t$  最大,当用量为 6~12 g 时,  $\Delta t$  为 22~37℃.

#### 参 考 文 献

- 1 文光远,鄢毓璋,黄家骏等.含钒钛铁水性质的研究.钢铁,1996,31(2):6~11
- 2 杜挺,邓开文.钢铁冶炼新工艺.北京:北京大学出版社,1994.161~179
- 3 文光远.铁冶金学.重庆:重庆大学出版社,1993.100~104,236~238
- 4 张信昭.喷粉冶金基本原理.北京:冶金工业出版社,1988.164~165
- 5 黄希祐.钢铁冶金原理.北京:冶金工业出版社,1980.8~37,330~334

## Pretreatment of the Hot Iron Containing Vanadium and Titanium

Wen Guangyuan

(College of Material Science and Engineering, Chongqing University)

**ABSTRACT** According to physical and chemical properties of the liquid iron containing vanadium and titanium with injectanting method in laboratory, desilicisation, titanium removal and desulfurization of the liquid iron containing vanadium and titanium have been tested and studied.

**KEYWORDS** hot iron; pretreatment; desilication; desulfurization / titanium removal

(责任编辑 吕赛英)