

成分对白钨矿渣系熔点的影响

郭培民 李正邦 林功文
(钢铁研究总院,北京 100081)

摘要 根据测定白钨矿渣系的半球点温度,得出当 CaO 与白钨矿重量比为 0.187:1 时,白钨矿渣系半球点温度最低,随着白钨矿渣系中 SiO₂ 和 Al₂O₃ 含量的提高,白钨矿渣系的半球点温度上升;而增加 CaF₂ 含量能降低白钨矿渣系的半球点温度。

关键词 白钨矿 渣系成分 熔点

Effect of Ingredient on Melting Point of Scheelite Fluxes

Guo Peimin, Li Zhengbang and Lin Gongwen
(Central Iron and Steel Research Institute, Beijing 100081)

Abstract Based on the measured semi-sphere points temperature of scheelite fluxes, it was obtained that as the mass ratio of CaO and scheelite was 0.187:1, the semi-sphere point temperature was lowest; with increasing the SiO₂ and Al₂O₃ content in fluxes, the semi-sphere point temperature of scheelite fluxes increased; and with increasing CaF₂ content, the semi-sphere point temperature of scheelite fluxes could be decreased.

Material Index Scheelite, Fluxes Ingredient, Melting Point

白钨矿直接合金化冶炼含钨钢工艺有工序简便、减轻环境污染以及节约资源和能源等特点。国内外冶金工作者对白钨矿氧化物矿直接合金化工艺进行了研究^[1~5]。白钨矿的熔点约为 1 579 ℃,比普通废钢的熔点(1 500 ℃)高出近 80 ℃,因此在电弧炉炼钢过程中废钢比白钨矿易熔化,除了高温电弧作用区域白钨矿易熔化还原外,远离电弧区(如炉壁附近)的白钨矿则难以熔化,这也是白钨矿难还原的原因之一。

白钨矿主要成分为 WO₃ 和 CaO,本实验将测定白钨矿渣系熔点,得出各组分对其熔点的影响。

1 实验方法

实验中,将白钨矿(成分见表 1)及化学纯的 CaO、SiO₂ 和少量化学纯的 CaF₂、Al₂O₃ 试剂放在玛瑙研钵中磨细并混匀,然后制成 Φ3 mm × 30 mm 的试样,将试样放入测定熔点装置中测定试样的半球点温度。通过改变 CaO、SiO₂、CaF₂、Al₂O₃ 含量便可得到不同组分对白钨矿渣系熔点的影响。

表 1 白钨矿主要成分/%

Table 1 Main Ingredient of scheelite /%

WO ₃	CaO	SiO ₂	P	H ₂ O	S
67.25	30.47	1.26	0.002	0.11	0.106

2 实验结果与讨论

2.1 CaO 含量对白钨矿渣系半球点温度的影响

当白钨矿与 SiO₂ 比值一定时(SiO₂ 配入量为 5% ~ 6%),改变 CaO 加入量,当 CaO 配加量为 13.3% 时,白钨矿渣系半球点温度最低(1 287 ℃);随着 CaO 含量增加或减少,半球点温度升高;为使半球点温度低于 1 400 ℃,CaO 含量为 7.0% ~ 25%,见图 1(a)。CaO/WO₃ 对半球点温度的影响见图 1(b),由图可见:当炉渣中 CaO/WO₃ = 0.7(对应于配加 13% CaO 渣系)时,渣系半球点温度最低,当此比值增大或降低,半球点温度都升高。

当不向白钨矿中加入 SiO₂ 时,根据加入的 CaO 量对渣系熔点的变化规律得出:当配加的

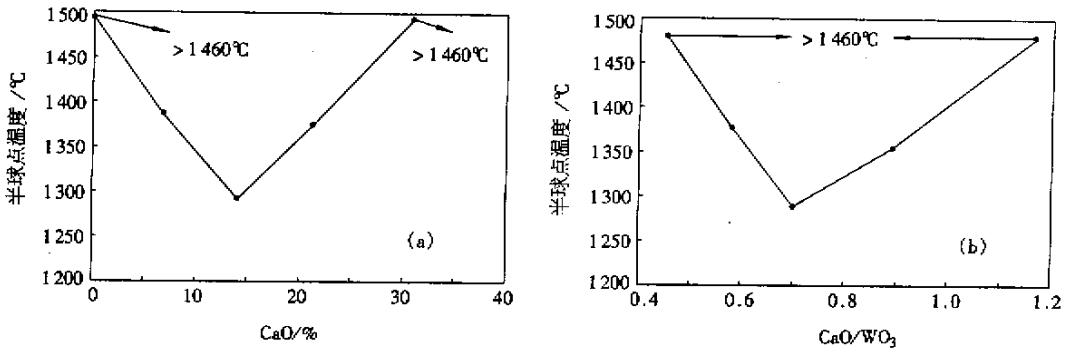


图 1 CaO 含量(a)和 CaO/WO₃(b)对白钨矿渣系半球点温度的影响

Fig.1 Influence of CaO conten(a) and CaO/WO₃(b) on semi-sphere temperature of scheelite fluxes

CaO 为 15% 左右时,渣系半球点温度仅 1 250 °C。此时渣系中 CaO/WO₃ 比值也在 0.7 左右。

2.2 SiO₂ 含量对白钨矿渣系半球点温度的影响

当白钨矿与 CaO 比值一定时,随着 SiO₂ 加入量的提高,白钨矿渣系半球点温度增高,但增高幅度不大(图 2)。可见白钨矿渣系中 CaO 含量对半球点温度的影响要比 SiO₂ 含量的影响大。

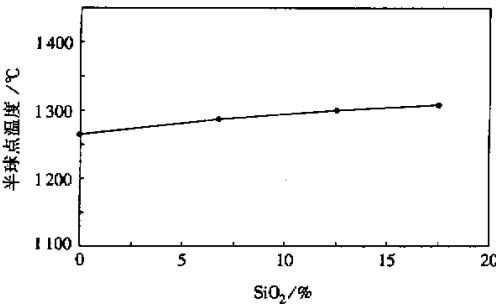


图 2 SiO₂ 含量对白钨矿渣系半球点温度的影响

Fig.2 Influence of SiO₂ content on semi-sphere temperature of scheelite fluxes

2.3 Al₂O₃ 含量对白钨矿渣系半球点温度的影响

Al₂O₃ 对白钨矿渣系半球点温度的影响见图 3。当白钨矿、CaO、SiO₂ 比值固定时,随 Al₂O₃ 含量增加,白钨矿渣系半球点温度升高。从图 3 可见,对于低熔点 80% 白钨矿-13.3% CaO-6.7% SiO₂ 渣系,当 Al₂O₃ 含量达到 6.25% 时,半球点温度从 1 287 °C 提高到 1 385 °C(表 2),可见,为降低白钨矿渣系的半球点温度,渣系中不宜添加 Al₂O₃。

2.4 含 CaF₂ > 5% 的白钨矿渣系半球点温度

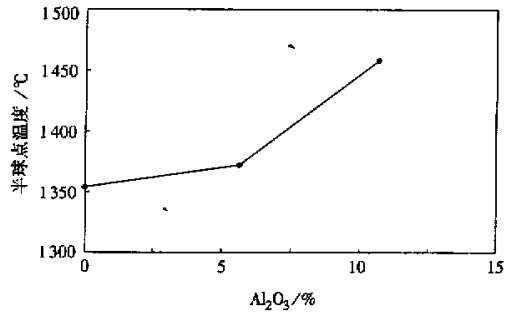


图 3 Al₂O₃ 含量对白钨矿渣系半球点温度的影响

(白钨矿 72.7% ,CaO 21.2% ,SiO₂ 6.1%)

Fig.3 Influence of Al₂O₃ content on semi-sphere temperature of scheelite fluxes

(72.7% scheelite ,21.2% CaO and 6.1% SiO₂)

当渣系中 CaF₂ 含量大于 5% 时,渣系的半球点温度远低于白钨矿的熔点 1 579 °C ;而当碱度很高时(R > 10),渣系半球点温度略高于 1 350 °C 见图 4(a)。由图 4(a)同时可见,在 CaO/SiO₂ < 8 的情况下,渣系中 SiO₂ 含量较低时,半球点温度较低。

2.5 含 3% ~ 4% CaF₂ 的白钨矿渣系半球点温度

当白钨矿渣系中 CaF₂ 含量在 3% ~ 4% 时,渣中 CaO/WO₃ 比值对半球点温度的影响如图 4(b) 所示。当 CaO/WO₃ 比值 < 0.7 时,半球点温度随 CaO/WO₃ 比值升高而降低,而当 CaO/WO₃ 比值 > 0.7 时,半球点温度随 CaO/WO₃ 比值升高而升高。

2.6 CaF₂ 含量对渣系半球点温度的影响

改变白钨矿渣系中 CaF₂ 含量,半球点温度变

表 2 不含 CaF₂ 的白钨矿渣系半球点温度

Table 2 Semi-sphere point temperature of scheelite fluxes non-containing CaF₂

序号	配料成分/%					炉渣主要成分/%			半球点温度/℃
	白钨矿	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	WO ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	
1	72.7	21.2	6.1	0	48.9	43.4	7.0	0	1 355
2	64	30.7	5.3	0	43.0	50.2	6.1	0	>1 460
3	57.8	37.3	4.8	0	38.9	54.9	5.5	0	>1 460
4	51.0	44.5	4.5	0	34.3	60.0	4.9	0	>1 460
5	68.6	20.0	5.7	5.7	46.1	40.9	6.6	5.7	1 375
6	80.0	13.3	6.7	0	53.8	37.7	7.7	0	1 287
7	85.7	7.1	7.1	0	57.6	33.2	8.2	0	1 380
8	90.9	0	9.1	0	61.1	27.7	10.2	0	>1 460
9	85.7	14.3	0	0	57.6	40.4	1.1	0	1 265
10	84.4	15.6	0	0	56.8	41.3	1.1	0	1 250
11	75.0	25.0	0	0	50.4	47.9	0.9	0	>1 460
12	75.0	12.5	12.5	0	50.4	35.4	13.4	0	1 301
13	70.6	11.8	17.6	0	47.5	33.3	18.5	0	1 310
14	64.9	18.9	5.4	10.8	43.6	38.7	6.2	10.8	1 455
15	75.0	12.5	6.25	6.25	50.4	35.4	7.2	6.25	1 385
16	100	0	0	0	67.3	30.5	1.3	0	>1 460

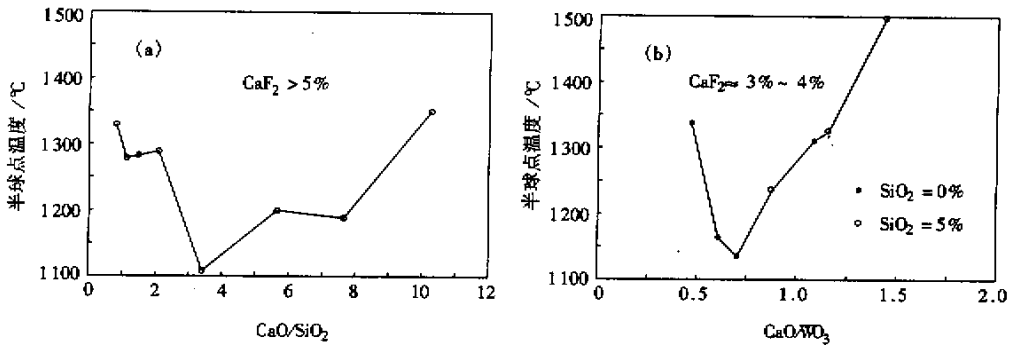


图 4 CaO/SiO₂(a) 和 CaO/WO₃(b) 对白钨矿渣系半球点温度的影响

Fig.4 Influence of CaO/SiO₂(a) and CaO/WO₃(b) on semi-sphere temperature of scheelite fluxes

化很大。对于碱度为 3.5 的渣系,当 CaF₂ 含量从 0 变化到 7.0%,半球点温度降低 228 ℃,见图 5。对于其它几个碱度的渣系,当不含 CaF₂ 时,半球点温度超过 1 460 ℃。对于 CaO 含量超过 30% 的白钨矿渣系,即使 CaF₂ 含量达到 3.5%,渣系的半球点温度仍然较高,只有当 CaF₂ 含量超过 6% 时,半球点温度才明显降低,见表 3。

3 结论

(1) 提高 CaF₂ 含量能降低白钨矿渣系的半球点温度,对于 CaO 含量高的白钨矿渣系,CaF₂ 含量只有大于 6%,才能有效降低白钨矿渣系的半球点温度。

(2) CaO 加入量对白钨矿渣系的半球点温度

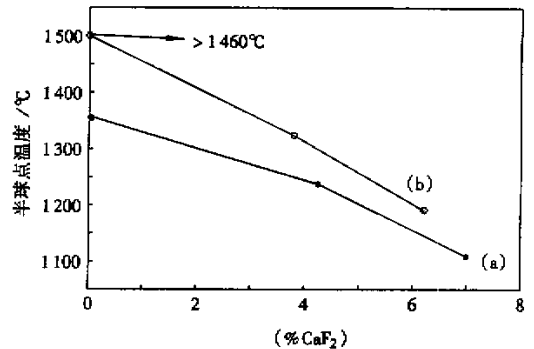


图 5 CaF₂ 含量对白钨矿渣系半球点温度的影响
(a) 72.7% 白钨矿, 21.2% CaO, 6.1% SiO₂ ;
(b) 64.0% 白钨矿, 30.7% CaO, 5.3% SiO₂

Fig.5 Influence of CaF₂ content on semi-sphere temperature of scheelite fluxes (a) 72.7% scheelite, 21.2% CaO and 6.1% SiO₂ ;(b) 64.0% scheelite, 30.7%CaO, 5.3% SiO₂

表 3 含 CaF₂ 渣系的半球点温度

Table 3 Semi-sphere point temperature of scheelite fluxes containing CaF₂

序号	配料成分/%				炉渣成分/%				半球点温度 /°C
	白钨矿	CaO	SiO ₂	CaF ₂	WO ₃	CaO	SiO ₂	CaF ₂	
17	55.8	16.3	22.1	5.8	37.5	33.3	22.8	5.8	1 308
18	50.5	24.2	20.0	5.3	34.0	39.6	20.6	5.3	1 278
19	46.2	29.8	18.3	5.7	31.1	43.9	18.9	5.7	1 281
20	41.4	36.2	16.4	6.0	27.8	48.8	16.9	6.0	1 284
21	67.6	19.7	5.6	7.0	45.5	40.3	6.5	7.0	1 109
22	60.0	28.8	5.0	6.2	40.4	47.1	5.8	6.2	1 196
23	53.9	34.8	4.5	6.7	36.2	51.2	5.2	6.7	1 184
24	47.5	41.6	4.0	6.9	31.9	56.1	4.6	6.9	1 348
25	97.0	0	0	3.0	65.2	29.6	1.2	3.0	1 335
26	87.0	9.7	0	3.3	58.5	36.2	1.1	3.3	1 170
27	83.3	13.9	0	2.8	56.0	39.3	1.0	2.8	1 140
28	67.7	29.1	0	3.2	45.5	49.7	0.9	3.2	1 315
29	69.6	20.3	5.8	4.3	46.8	41.5	6.7	4.3	1 237
30	61.5	29.4	5.1	3.8	41.4	48.1	5.9	3.8	1 327
31	55.8	36.0	4.7	3.5	37.5	53.0	5.4	3.5	> 1 460
32	49.0	42.9	4.1	4.1	33.0	57.8	4.7	4.1	> 1 460
33	51.7	25.0	20.0	3.3	34.8	40.8	20.7	3.3	1 360

参考文献

影响显著,当所加 CaO 与白钨矿重量比为 0.187:1 时,白钨矿渣系半球点温度最低,提高或降低 CaO 加入量,半球点温度都将升高。

(3) 随着白钨矿渣系中 SiO₂ 和 Al₂O₃ 含量的提高,白钨矿渣系的半球点温度升高。

(4) 白钨矿在直接还原过程中,由于 WO₃ 含量不断降低,使得 CaO/WO₃ 比值不断升高,而比值的变化引起白钨矿渣系的熔点发生变化。反应开始前白钨矿熔点较高,随着反应进行,熔点降低,当 CaO/WO₃ 比值达到 0.7 左右时,熔点最低,此后熔点又升高。

- 1 陈宗祥,李金荣.用白钨精矿代替钨铁炼钢的研究.钢铁,1992,27(11):15.
- 2 李金荣,毛杰.电炉炼钢钨、钼混合氧化物直接还原合金化.特殊钢,1997,18(1):40
- 3 李正邦,郭培民,张和生.用白钨矿、氧化钨和钒渣冶炼合金钢的热力学分析.钢铁研究学报,1999,11(3):14
- 4 郭培民,李正邦,林功文.用白钨矿冶炼合金的动力学分析.钢铁研究学报,2000,12(4):15
- 5 李正邦,郭培民,冯仲渝,等.白钨矿和氧化钨直接合金化的理论分析及工业试验.钢铁,1999,34(10):20

郭培民,男,26岁,2001钢铁研究总院钢铁冶金专业博士毕业,现为北京大学博士后。

收稿日期 2002-03-04

下 期 要 目

连铸高效化的关键技术	陈登福等
椭圆孔型连轧大圆钢三维热力耦合弹塑性有限元分析	洪慧平等
结晶器保护渣对超低碳钢连铸坯表面渗碳的影响	刘承军等
SLD-140 水平连铸机拉坯曲线的研究	石绍清
油粘度对冷轧不锈钢带表面粗糙度的影响	孙建林等
不锈钢件超声波酸洗去油试验	张明华等
新型低合金铸态复相耐磨钢的组织与性能	马幼平等