

## 复合型碱性中间包覆盖剂的研制及其冶金效果

廖光权 屈毅 王兆达 王学清 王维杰

(重庆煜琨冶金材料有限公司, 重庆 400084)

**摘要** 针对 15 t 小型中间包(无上盖)的特殊性开发的复合型碱性中间包覆盖剂 YKL-3, 在碱性预熔料、膨胀石墨质量达到原料要求指标的条件下, 能在中间包中形成上层疏松多孔状保温层, 下层碱性液渣层。其中碱性预熔料与碱性包衬的相容性、吸附  $Al_2O_3$  能力均优于酸性中间包覆盖剂, 膨胀石墨在铺展性和保温效果方面也优于酸性覆盖剂, 连铸  $\leq 0.15\%$  C 的 A32、A36 钢时, 无增碳现象。

**关键词** 复合碱性覆盖剂 中间包 膨胀石墨

## Development of Compound Basic Shielding Flux for Tundish and Its Metallurgical Effect

Liao Guangquan, Qu Yi, Wang Zhaoda, Wang Xueqing and Wang Weijie  
(Chongqing Yukunlong Metallurgical Material Co Ltd, Chongqing 400084)

**Abstract** According to the particularity of a 15 t tundish without top cover, the compound basic shielding flux YKL-3 for tundish has been developed which can formed a loosen porous heat insulating layer at upper shielding flux and a basic flux layer at lower shielding flux as the quality of basic pre-melting stuff and expanded graphite is up to the requirement of index. The tolerance of basic pre-melting stuff to basic tundish line and the ability of basic shielding flux to absorb  $Al_2O_3$  are better than that of acid shielding flux, and the extending feature and heat insulating effect of expanded graphite are also better than that of acid shielding flux. As casting  $\leq 0.15\%$  C A32 steel and A36 steel, there was no carbon increasing phenomenon.

**Material Index** Compound Basic Shielding Flux, Tundish, Expanded Graphite

重庆煜琨冶金材料有限公司研发生产的 YKL-3 复合型中间包覆盖剂碱度为 3~3.5, 经过工业试验证明, YKL-3 在中间包中使用能形成明显的双层结构, 上层为疏松多孔状保温层, 下层为碱性液渣层, 有很好的保温性和铺展性, 具有防止钢水二次氧化以及吸附钢液中夹杂物等冶金效果, 并且与中间包镁质涂料及塞棒具有良好的相容性。

### 1 复合型碱性中间包覆盖剂的研制

#### 1.1 传统中间包覆盖剂的几种使用方法

(1) 加稻壳, 虽然保温效果很好, 但是很容易造成钢液增碳, 稻壳的铺展性差, 测温、取样处经常见红, 钢水二次氧化严重, 需要不断补加, 并且不具有吸附钢液夹杂物的能力。

(2) 典型的中间包覆盖剂为  $Al_2O_3$ - $SiO_2$  质材料, 碱度在 1.0 左右, 属于酸性渣或中性渣<sup>[1]</sup>。这种覆盖剂虽然具有一定吸附夹杂物的能力, 但保温效果差, 温降较大、易结壳。

(3) 有些钢厂使用中间包覆盖剂与碳化稻壳混合加入的方法, 既能减少增碳, 又有较好的保温性能, 但工人劳动强度增加、操作环境被污染。

#### 1.2 原材料的选用

复合型碱性中间包覆盖剂的设计思路源于复合模铸渣-CB 渣<sup>[2]</sup>, CB 渣首次成功地移植了防缩孔剂中的酸化石墨(即膨胀石墨), 取得稳定良好的综合性能。从选材入手, 采用碱性预熔料+膨胀石墨, 获得碱性、一次性加入后能自动形成双层结构的复合型中间包覆盖剂。

##### 1.2.1 碱性预熔料

一般认为原始渣的矿物组成类型主要对炉渣的熔化特性起重要影响, 而由炉渣矿物组成计算确定的化学组成则决定着炉渣的各种物化特性<sup>[3]</sup>。用不同原料配制成相同化学组成的炉渣, 其熔化特性有很大区别。预熔料不仅成分均匀, 且玻璃相含量高, 而玻璃相较晶体有较高的内能, 化学反应能力较晶体强<sup>[4]</sup>。碱性预熔料选用  $CaO$ - $SiO_2$ - $Al_2O_3$  渣系, 化学成分(%)为:  $(50 \pm 5) CaO$ 、 $(4 \pm 2) MgO$ 、 $(15 \pm 5) SiO_2$ 、 $(20 \pm 5) Al_2O_3$ 。

碱性预熔料位于三元低共熔点区域中, 炉渣体系具有较低的熔化温度(图 1)。原材料经过预熔, 使得各组分在高温熔融状态下性能更稳定。

##### 1.2.2 膨胀石墨(EG)



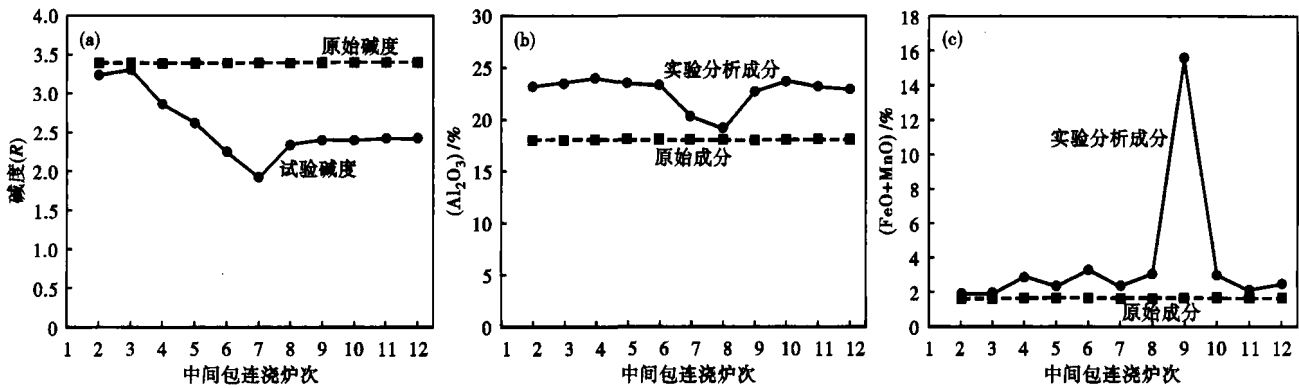


图 3 中间包连浇炉次试验渣碱度(a)、(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (b)和(FeO + MnO) (c)的变化

Fig. 3 Change of flux basicity (a), (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) (b) and (FeO + MnO) (c) in tundish for each heat during concasting

19.26%，各炉熔渣中平均 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 质量百分数为 22.81% (图 3b)。与原渣相比, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 吸附率最高能达到 42.02%，平均值为 33.28%，最低也能达到 12.51%。

整个过程中(FeO + MnO)变化不大,虽中间包后期(FeO + MnO)较高,是由于钢包下渣所致,但仍保证了钢水中总的氧化物质量分数较低(图 3c)。

### 2.3 试验渣对钢水增 C 的影响

在膨胀石墨质量达到原料要求指标的条件下,于 2007 年 12 月 6 日大生产试用 12 炉结果表明,基本上无增碳现象(表 3), A36 钢主要化学成分(%)为: 0.13 ~ 0.15C、0.20 ~ 0.30Si、1.35 ~ 1.55Mn、≤ 0.020 P、≤ 0.020 S、0.030 ~ 0.040 Al<sub>T</sub>、0.018 ~ 0.035Nb。

从表 3 可以看出, 12 炉中 9 炉无增碳现象, 占 75%; 仅 3 炉增碳质量分数为 0.01%; 12 炉平均增碳质量分数为 0.00166%。

表 3 复合型碱性中间包渣试验钢水增碳数据

Table 3 Increasing data of carbon content in liquid steels in test using compound basic shielding flux in tundish

炉号	钢种	铸序	C%		LF 出站至成品 ΔC%
			出站样	成品	
0163	A36 厚	2-1	0.14	0.15	0.01
0164	A36 厚	2-2	0.15	0.15	0
0165	A36 厚	2-3	0.15	0.16	0.01
9833	A36 厚	2-4	0.14	0.14	0
9834	A32	2-5	0.15	0.14	-0.01
9835	D36 厚	2-6	0.14	0.14	0
9836	A32	2-7	0.13	0.13	0
9837	D36 控	2-8	0.13	0.14	0.01
9838	A32	2-9	0.13	0.13	0
9839	A32	2-10	0.13	0.13	0
9772	A32	2-11	0.15	0.15	0
9773	A32	2-12	0.14	0.14	0
平均增碳质量分数/%					0.00166

### 2.4 现场操作情况

碱性中间包覆盖剂比硅酸盐熔渣 MgO 饱和度低,因而与镁质(镁钙质)喷涂料包衬有较好的相容性,翻包前检查,工作层、挡渣墙、挡渣堰等均属正常侵蚀,渣线无渣沟;翻包顺利,工作层能自动脱落,永久层完好。

在 15 t 小容量中间包上使用,形成双层结构,上层为疏松多孔状保温层,下层为碱性液渣层,在无包盖、保温条件较差、钢液面经常波动的情况下,仍能不结壳,且在它和钢包下渣的混合区也不形成渣壳,对中间包测温及取样无影响,不侵蚀塞棒且塞棒不挂渣,表面光滑。

### 3 结论

(1) 覆盖剂 YKL-3 碱度为 3 左右,吸附 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 夹杂后碱度仍保持在 2 左右, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 吸附率最高能达到 42.02%; 耗量较低,对钢水保温效果较好;能有效防止中间包钢水二次氧化;钢水无增 C 现象。

(2) YKL-3 在使用过程中与镁质涂料具有良好的相容性。

### 参考文献

- 迟景灏,甘永年. 连铸保护渣. 沈阳: 东北大学出版社, 1993
- 王兆达. 保温型微碳电厂灰保护渣(CB 渣)初探. 特殊钢, 1984, 5(4): 22
- 王兆达. 冶金保护材料理论与实践. 沈阳: 东北大学出版社, 2005
- 王兆达, 丁劲光, 孟光斌, 等. TB-P 无碳预熔中空型中间包覆盖剂的开发应用. 宝钢技术, 2005(增刊): 29
- 王兆达, 徐兵, 徐永斌. 不锈钢模铸复合型固体保护渣的研制和应用. 宝钢技术, 2005(3): 66

廖光权(1979-),男,助理工程师,2003年重庆大学毕业,冶金保护材料开发。