



ZG1Cr5MoRE 耐热铸钢的熔炼技术

山东益都阀门厂 (青州 262500) 张怀嵩

J61Y64I DN65 阀门是我厂为鲁西某发电厂研制开发的新产品,其材质是 ZG1Cr5MoRE,属于低碳中合金珠光体型耐热钢,工作温度 $\leq 550^{\circ}\text{C}$ 。

由于 ZG1Cr5MoRE 钢含碳量低,控制范围窄,极易出现气孔和碳量超出标准而使铸件报废,熔炼操作难度较大。针对该钢种出现的问题,我们进行了长时间的试验,终于用普通电弧炉熔炼成功。

1. 对原材料的要求

ZG1Cr5MoRE 耐热钢的化学成分见表 1。

表 1 化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	RE
0.14~0.18	≤ 0.60	≤ 0.80	≤ 0.03	≤ 0.03	$\leq 4.0\sim 6.0$	$0.5\sim 0.65$	$0.3\sim 0.5$

该钢种的含碳量较低,控制范围较窄,同时对磷、硫含量的控制也很严格,这就要求原材料的质量要有保证。

(1) 废钢 使用优质废钢,其 w_P 、 $w_S \leq 0.040\%$,必要时进行适当挑选和切割,块度要合适。不用钢屑、生铁屑,必须一次装料。

(2) 造渣材料 石灰、氟石、焦炭粉等造渣材料品质要好,(粒)块度要合适,使用前必须进行严格的烘烤,严禁用受潮或粉状的石灰。

(3) 铁合金 对炼钢生铁、钼铁、铬铁、硅铁、锰铁和稀土硅铁等铁合金的质量要严格控制,特别是有效成分碳、磷及硫的含量。各种铁合金加入前必须进行烘烤(钼铁除外),块度要适合。

(4) 耐火材料 由于该钢种的出钢温度高($1600\sim 1620^{\circ}\text{C}$),且含 Cr 量较高,对盛钢桶侵蚀较严重,因此要求盛钢桶用耐火砖,特别是塞头砖、铸口砖、万能弧形砖,袖砖和包底砖必须采用高铝质的耐火材料($w_{\text{Al}_2\text{O}_3} \geq 55\%$)。

2. 对设备状态的要求:

(1) 整个炉体、电气、水冷系统和机械系统均应保持良好的状态,炉底、炉坡必须保持正常的几何形状,才能进行该钢种的熔炼。

(2) 炉子大修后的前 3 炉、中修后的前两炉、新

换炉盖后的第一炉以及炉子末期不允许熔炼本钢种。

(3) 应维护好熔池的形状。

3. 熔炼操作工艺

采用碱性电弧炉氧化法熔炼,操作过程及要点如下:

(1) 熔化过程中及时推料助熔和吹氧助熔,加快熔化速度,熔化中后期加入钼铁,适当流渣,并添入新渣,以提前去磷。熔清后取 1[#]样,分析 C、P、S 和 Mo。

(2) 当钢液温度 $\geq 1500^{\circ}\text{C}$ 后,方可开始吹氧脱碳,吹氧压力 $0.6\sim 0.8\text{MPa}$ 。要保证脱碳量 $\geq 0.30\%$,当终点碳 $w_C \leq 0.10\%$ 时停止吹氧净沸腾。取 2[#]样分析 C、Mn、P 和 Mo。

(3) 扒渣后立即加入 DJMn 并“挡渣”,待渣子化开后分批加入铬铁,且全部熔化后方可进入还原期。

(4) 加入 Si-Fe 粉、Si-Ca 粉、Al 屑和木炭等进行精炼,取 3[#]样分析 C、Si、Mn、P、S、Cr 和 Mo。

(5) 测温达 $1600\sim 1620^{\circ}\text{C}$,炉前砂型测气试样收缩良好,则调整化学成分,并插铝 $0.6\sim 0.8\text{kg/t}$ 钢液进行终脱氧,然后倾炉出钢,包内预先加入稀土硅铁合金。

(6) 镇静 $3\sim 5\text{min}$ 后浇注。浇注温度 $1560\sim 1580^{\circ}\text{C}$,浇注过程中要及时“引火”和加覆盖剂。

4. 熔炼结果及分析

(1) 熔炼结果 对熔炼出来的成品钢液进行成分和力学性能分析,结果见表 2、表 3、表 4。

表 2 实际熔炼工艺参数

炉号	炉料收得率 (%)	出钢量 /t	熔清碳 (%)	终点碳 (%)	开始氧化温度 / $^{\circ}\text{C}$	吹氧压力 /MPa	吹氧时间 /min	脱碳速率 /(C%/min)	出钢温度 / $^{\circ}\text{C}$
A219	95	2.6	0.82	0.095	1580	0.6~0.8	15	0.049	1660
B058	95	2.9	0.40	0.08	1510	0.6~0.8	8	0.040	1610

表 3 成品钢的化学成分分析结果 (质量分数) (%)

炉号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	RE
A219	0.15	0.35	0.81	0.018	0.017	4.63	0.53	—
B058	0.14	0.50	0.73	0.025	0.012	5.9	0.52	—

砂型高锰钢衬板直接水淬

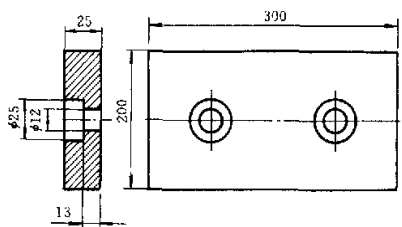
山西铝厂检修分厂 (河津 043300) 许朋真

高锰钢 (ZGMn13) 铸件为了获得单一奥氏体组织, 均需进行水韧处理。通常是铸件浇注后在砂型中冷却, 经过开箱清理, 再进入热处理炉加热到 $1050 \sim 1100^{\circ}\text{C}$, 并保温一段时间, 使奥氏体均匀化后在水中急冷, 以获得常温下的奥氏体组织, 但生产周期长, 并消耗大量煤炭、电力和人力。

20 世纪 60 年代, 有些厂家试验用金属模浇注高锰钢铸件并趁热直接水韧处理获得成功, 但是设备投资大, 小批量生产也有许多不便之处。因此, 我们改在砂型中浇注高锰钢简单衬板, 浇注后, 对其进行直接水韧处理, 也取得同样效果。

衬板形状尺寸如下图所示, 采用水玻璃砂做面砂造型, 浇注温度为 $1380 \sim 1440^{\circ}\text{C}$, 用光电测温计控制浇注温度。据测定, 此衬板浇注后, 在砂型中冷却 15 min, 温度由 1100°C 降到 950°C , 这个时间使我们有充分的完成淬火操作工序的时间。

试验过程是根据铸件的重量和厚度, 在衬板浇注后 15 min, 立即开箱取出铸件放在铁筛中, 吊入



衬板铸件图

水爆池中进行淬火, 在水中冷却 12 min 左右, 当衬板温度降到 150°C 以下时, 把衬板吊出水池, 即完成了水淬过程。衬板铸件入水深度控制在水面下 500 mm, 入水前水温不能超过 45°C 。

按以上工艺我们生产了 100 件衬板, 经用户使用, 衬板质量符合使用要求, 其耐磨性和韧性与传统生产的高锰钢性能相当。后来我们对一些不重要并且尺寸简单的高锰钢铸件都进行了铸后直接水淬, 取得了良好效果, 既节约了能源, 又满足了用户要求。

(20030516)

表 4 成品钢试样的力学性能

炉号	σ_b / MPa	σ_s / MPa	$\delta (\%)$	$\psi (\%)$	$a_k / \text{J} \cdot \text{cm}^{-2}$	HB
A219	725	595	26	44	60	221
B058	660	400	18	68	59	223

(2) 熔清碳量的确定 为了尽可能降低钢中 H、N 的含量, 减少非金属夹杂物, 应适当延长吹氧脱碳的时间, 以充分利用 CO 气体在钢液中的搅动来有效去除有害气体及非金属夹杂物, 保证 $\geq 0.30\%$ 的脱碳量。考虑到终碳量及碳的熔炼损耗, 将熔清碳量定为 $w_c = 0.40\% \sim 0.50\%$ 较为合适。

(3) 钼铁的加入 由于钼铁本身不被氧化, 收得率高 ($\geq 98\%$), 故钼铁可以在装料时或熔化中期加入, 但由于钼在高温下易挥发, 故应避免将钼铁加在电极下方。

(4) 电解锰的加入 由于 DJMn 呈小片状, 质轻, 加入后易氧化, 影响其收得率, 故应在氧化末期扒渣后加入并及时进行“挡渣”保护。同时, 由于 DJMn 中含有大量的氢, 故加入前应进行烘烤。

(5) 铬铁的加入 由于铬铁加入量较大, 若在还原期加入会引起钢液的大幅度降温, 影响还原进程, 故应在氧化末期分批加入。每加入一批铬铁应同时加入适量的硅铁粉, 以强制还原渣中的 Cr_2O_3 , 提高铬的收得率。

(6) 硅量的控制 出钢前调整化学成分中的硅时, 不仅扣除 3* 样中的硅, 还应考虑盛钢桶内加入的稀土硅铁合金带入的硅量 (一般为 $0.06\% \sim 0.10\%$), 否则极易引起硅量超标。

5. 结语

(1) 使用普通电弧炉, 通过对炉料、合金料的选择和控制, 严格按工艺操作, 成功熔炼出 ZG1Cr5MoRE 耐热钢。

(2) 吹氧脱碳, 终点碳控制在 0.10% 以下。

(3) 加大脱碳量、强化脱氧、加入稀土硅铁合金细化晶粒等措施可以保证钢液的纯净。

(4) 通过精炼、控制碳粉加入等措施使成品钢含碳量控制在 $w_c = 0.14\% \sim 0.18\%$ 。(20030520)