

## 低碳含铅易切削钢 150 mm × 150 mm 连铸坯的生产实践

何 勇 刘春堂 周英豪 周修涛 白映林  
(贵阳特殊钢有限责任公司, 贵阳 550005)

**摘 要** 贵阳特殊钢公司采用 60 t Consteel 电弧炉-EBT 出钢合金化-LF-连铸机工艺生产(%) :  $\leq 0.15C$ ,  $0.85 \sim 1.15Mn$ ,  $0.26 \sim 0.35S$ ,  $0.15 \sim 0.35Pb$  易切削钢 12L14。生产结果表明,通过给料机向中间包冲击区连续加入直径 20 mm 铅丸,加入速度为 120 粒/min,同时进行中间包吹氩搅拌,铸坯断面铅含量差值为  $\pm 0.02\%$ ,铅回收率为 60% ~ 70%。用户使用结果表明,该钢具有良好的切削性能。

**关键词** 含铅易切削钢 方坯连铸 中间包加铅

## Production Practice of 150 mm × 150 mm Concasting Billet of Low Carbon Containing Lead Free-Cutting Steel

He Yong, Liu Chuntang, Zhou Yinghao, Zhou Xiutao and Bai Yinglin  
(Guiyang Special Steel Co Ltd, Guiyang 550005)

**Abstract** The free cutting steel 12L14 ( $\leq 0.15C$ ,  $0.85 \sim 1.15Mn$ ,  $0.26 \sim 0.35S$ ,  $0.15 \sim 0.35Pb$ ) is produced by process of 60 t Consteel electric arc furnace - alloying during EBT tapping - concasting at Guiyang Steel. The production results showed that the difference in content of lead at section of cast billet was  $\pm 0.02\%$  and the yield of lead was 60% ~ 70% by feeding mechanism continuously to add 20 mm diameter balls with adding rate 120 pills/min in impact zone of tundish and argon stirring in tundish. The results of cutting by user indicated that the steel had excellent cutting property.

**Material Index** Containing Lead Free-Cutting Steel, Billet Concasting, Adding Lead in Tundish

贵阳特殊钢有限责任公司(以下简称贵阳特钢)是国内首家用连铸规模生产含铅易切钢并取得成功的厂家。生产的低碳铅硫复合易切钢(以下简称低碳铅钢)性能稳定、优良,质量已达到国外同类产品的水平。贵阳特钢在长期的生产实践中,在加铅和控制铅污染方面做了大量的工作,并取得许多宝贵的经验。

### 1 低碳铅钢的工艺流程

12L14 低碳铅钢(表 1)的工艺流程为:原料-60 t Consteel EAF(表 2)-EBT 出钢过程合金化-LF-150 mm × 150 mm 合金钢连铸机(表 3)-轧材。

#### 1.1 Consteel 电弧炉冶炼

表 1 低碳铅钢 12L14 化学成分/%

Table 1 Chemical compositions of low carbon containing lead free-cutting steel /%

项目	C	Mn	P	S	Pb
标准 ASTM108-90	$\leq 0.15$	0.85 ~ 1.15	0.04 ~ 0.09	0.26 ~ 0.35	0.15 ~ 0.35
成品	$\leq 0.09$	0.95 ~ 1.15	0.04 ~ 0.06	0.26 ~ 0.32	0.18 ~ 0.33

表 2 Consteel 电弧炉主要技术参数

Table 2 Main technical parameters of Consteel arc furnace

项目	参数
冶炼周期/min	65
平均容量/t	65
炉料组成(废钢 + 生铁)/%	70 + 30
变压器容量/MVA	36
电极直径/mm	550
电耗/ $kWh \cdot t^{-1}$	380
电极消耗/ $kg \cdot t^{-1}$	1.9
氧耗/ $m^3 \cdot t^{-1}$	44
投产年月	2000.6

选用质量优良的废钢,生铁配比大于 30%,全程泡沫渣操作;过程温度控制在 1 550 ~ 1 590 °C,钢包烘烤温度大于 1 000 °C,出钢温度 1 620 ~ 1 640 °C,EBT 挡渣出钢;出钢过程加入经过烘烤的合金、硫磺及渣料,未考虑脱氧,合金及渣料的加入量均一次到位,在钢包精炼过程中不再添加(除磷铁外)。

电弧炉出钢终点碳控制范围为 0.03% ~ 0.05%,连铸成品碳控制小于 0.09%(实际生产中,碳含量小于 0.09%,铸坯裂纹发生率较小)。

#### 1.2 钢包炉精炼

表 3 方坯连铸机的主要技术参数

Table 3 Main technical parameters of billet concaster

项目	参数
铸坯断面/mm × mm	150 × 150
弧形半径/m	9
流数	3 机 3 流
流间距/m	1.4
拉坯速度/m · min <sup>-1</sup>	1.8 ~ 2.2
中间包容量/t	13
二次冷却方式	足辊、3 段冷却
电磁搅拌	结晶器电磁搅拌 + 末端电磁搅拌
铸坯定尺长度/m	2.5 ~ 6.0
矫直方式	连续
铸流保护	全程
连铸机连浇最高炉数	10
平均浇铸时间/min	60
生产能力/万 t · a <sup>-1</sup>	31.6

钢包炉额定处理量为 60 t, 自由空间 1 000 mm, 变压器容量 12 MVA, 升温速度 3 ~ 5 °C/min。采用精炼渣及发泡剂进行还原, 实现埋弧精炼, 全程采用底吹氩气搅拌工艺, 冶炼时间为 60 min (其中软吹氩净化沸腾大于 10 min)。快速定氧探头及时监控钢中氧活度, 使之保持在 (70 ~ 80) × 10<sup>-6</sup> 的水平。采用含 17% ~ 20% CaO, 3% ~ 5% SrO, 7% ~ 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的精炼渣, 在接近于中性渣的碱度 (1.5 ~ 2.5)<sup>[1]</sup> 下进行操作, 保证钢中渣子不吸收硫或少吸收硫。

### 1.3 中间包加铅和连铸

连铸要求控制过热度为 20 ~ 40 °C, 且拉速与过热度严格匹配, 钢水实际过热度为 26 ~ 38 °C。

连铸生产过程中的实际拉速为 1.82 ~ 2.10 m/min。二冷比水量要求为 0.4 ~ 0.6 L/kg, 实际生产的二冷比水量为 0.5 ~ 0.6 L/kg。铸坯下线后, 避开风口堆垛, 缓冷 36 h 后出厂。中间包选用抗侵蚀能力强的镁碳质塞棒, 水口内壁镶嵌锆质材料, 冲击区增设吹氩装置。用给料机向中间包冲击区内连续加入直径约为 20 mm 的铅丸, 加入速度约为 120 粒/min, 同时进行中间包吹氩, 氩气压力控制在 0.1 ~ 0.2 MPa, 调节好氩气流量 (以钢液微微翻动而不裸露钢水为准), 可得到铅成分合格且分布均匀的铸坯, 铅含量波动范围 ± 0.02%, 铅回收率稳定在 60% ~ 70%。512336 铸次随机取样 3 块, 分析铅在铸坯横截面分布情况分析, 取样点和 Pb 含量见图 1。

### 2 轧材检验结果

低倍组织及金相检验、力学性能见表 4。用 Φ26 mm、Φ33.34 mm 冷拉材供用户, 在转速为 780

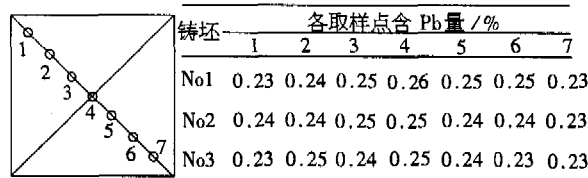


图 1 12L14 钢 150 mm × 150 mm 铸坯横截面铅含量的分布

Fig.1 Lead distribution at cross section of 150 mm × 150 mm concasting billet of steel 12L14

表 4 12L14 钢低倍组织, 夹杂物和力学性能检验结果

Table 4 Examination results of macrostructure, inclusion and mechanical properties of steel 12L14

低倍/级			夹杂物/级			力学性能			
一般疏松	中心疏松	偏析	氧化物	球状	硅酸盐	抗拉强度/MPa	延伸率/%	断面收缩率/%	硬度(HB)
≤1.0	≤1.0	0	≤2.0	0	0	410 ~ 490	25 ~ 40	40 ~ 60	130 ~ 150

r/min, 单边吃刀量为 6 mm, 纵向进刀量为 0.1 mm/r 的情况下, 刀具材质为硬质合金, 与进口的低碳铅钢在生产效率、刀具损耗、加工件表面粗糙度等方面相比较, 结果表明, 可替代进口的低碳铅钢。粗糙度试验时进行随机取样, 试样长度 100

mm。粗糙度 (Ra) 对比试验见表 5。

### 3 结论

通过向中间包内加入铅丸, 能够使铅的回收率稳定在 60% ~ 70%, 铅成分波动可控制在 ± 0.02% 范围内, 中间包吹氩加铅是连铸生产含铅易切钢的一种可行方式。

#### 参考文献

- 1 龚志翔, 周寿好, 孔晓眉, 等. 马钢 SKF 炉精炼渣工业性试验研究. 炼钢, 2000, 16(5): 35
- 何 勇 (1973-), 男, 1999 年东北大学钢铁冶金专业毕业, 从事特殊钢冶炼及电炉的生产管理和工艺研究。

收稿日期: 2006-01-10

表 5 进口和贵阳特钢生产 12L14 钢粗糙度对比  
Table 5 Comparison of roughness of steel 12L14 between imported from abroad and produced at Guiyang Steel

产地	规格/mm	各取样点的粗糙度				
		1	2	3	4	5
12L14(进口)	Φ33.34	2.2	2.3	2.4	2.4	2.3
12L14	Φ26	2.0	2.6	1.8	2.1	2.5
(贵阳特钢)	Φ33.34	2.6	2.1	2.3	2.0	2.2