

钢锭模和帽口的设计对特殊钢 6 t 八角钢锭成材率的影响

沙卫星¹ 魏仁杰² 周伟基² 李忠伟¹ 耿振伟¹ 于丹¹
(抚顺特殊钢股份有限公司 1 第二炼钢厂, 2 技术处, 抚顺 113001)

摘要 在原有 5 t(实际 5.15 t)八角锭的基础上,将锭身高度由 1 505 mm 增加至 1 840 mm,锥度由 4.56% 降至 3.64%,由原外置帽口改为内置帽口,钢水帽口率由 15.15% 减少到 9.81%,新设计的 6 t(实际 5.85 t)八角锭模生产 18CrNiMo7-6, D2 和 30Cr13 钢 Φ 210 ~ 300 mm 锻材的结果表明,6 t 锭平均成材率为 86.47%,较 5 t 锭平均成材率 79.71% 提高了约 7 个百分点。

关键词 6 t 锭模 帽口 锥度 D2、30Cr13 钢 锻材 成材率

Effect of Mould and Hot Top Design on Yield of 6 t Octagonal Ingot of Special Steels

Sha Weixing¹, Wei Renjie², Zhou Weiji², Li Zhongwei¹, Geng Zhenwei¹ and Yu Dan¹
(1 2nd Steelmaking Plant, 2 Department of Technology, Fushun Special Steel Co Ltd, Fushun 113001)

Abstract Based on the original 5 t (real 5.15 t) octagonal ingot mould, with increasing the height of mould from original 1 505 mm to 1 840 mm, decreasing the taper in the mold walls from 4.56% to 3.64%, modifying the hot top location from outside type to inside type and decreasing the ratio of liquid steel in hot top from 15.15% to 9.81%, the results of production of Φ 210 ~ 300 mm forged products of steel 18CrNiMo7-6, D2 and 30Cr13 by new design 6 t (real 5.85 t) ingot mould show that the average yield of 6 t ingot is 86.47%, as compared with the average yield 79.71% of 5 t ingot, it increases the yield of products by about 7 point of percentage.

Material Index 6 t Ingot Mould, Hot Top, Taper, Steel D2 and 30Cr13, Forged Product, Yield

成材率是反映钢铁企业经营管理水平的一项重要综合性指标^[1]。提高钢锭成材率是降低生产成本,提高经济效益的有效手段^[2]。近年来,由于产量过剩,成本增加,市场竞争激烈,导致大多数钢铁企业处于微利甚至亏损。在此情况下,“低成本、高效率”成为钢铁企业求生存、图发展的有效途径。因此,提高钢锭成材率也就更成为企业科技工作者努力研究的重要课题之一。

抚顺特钢二炼钢是公司重点品种生产单位,所生产的品种复杂,锭型多样。目前共拥有钢锭模型 24 种,由于钢种、加工方式等不同,模型从外观上可分为:方锭、扁锭、八角锭、十二角锭等,上大下小,从结构上看,有一体的,有开封带底座的,有内置保温帽、外置保温帽两种。因锭型大小及形状不同,钢锭液态帽口率也不同,范围 10.7% ~ 15.56%,波动较大。为了有效降低生产成本,提高钢锭成材率,设计试验新的模型。

抚顺特钢第二炼钢厂以 5 t 锭型为基础,在保持上下口尺寸不变的情况下,对其锭身进行拔长,帽口由外置改为内置。从钢锭浇注、成材率、钢锭内外质量等方面进行生产跟踪标定试验。

表 1 抚顺特钢第二炼钢厂钢锭生产主要装备参数
Table 1 Main parameters of unit for ingot production at 2nd steelmaking plant, Fushun Special Steel

装备	项目	参数
EAF	电弧炉公称容量/t	30
	变压器容量/MVA	12.5
	电弧炉平均出钢量/t	31
LF	额定处理容量/t	30
	钢液升温速度/($^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$)	≥ 4
	电极直径/mm	350
VD	极限真空度/Pa	67
	达到极限真空度时间/min	≤ 8
模铸	钢锭重量/t	0.71 ~ 27
	浇注方式	下注

1 钢锭生产工艺

抚顺特钢第二炼钢厂生产工艺为 30 t EFA \rightarrow 30 t LF \rightarrow VD \rightarrow 模铸(下注),其中生产 5 t 钢锭和 6 t 钢锭每锭盘 4 支。抚顺特钢第二炼钢厂生产模铸钢锭的主要装备参数如表 1 所示。

2 6 t 钢锭模基本工艺参数

6 t 钢锭模上口尺寸为 760 mm,钢锭模下口尺寸 640 mm,锭身高度 1 840 mm,钢锭锥度 3.26%,钢锭总质量为 5 855 kg。帽口高度 200 mm,帽口重 575

表2 部分模型基本技术参数

Table 2 Basic technical parameters of partial mould type

锭型	锭身尺寸/mm			锥度/ %	帽口尺寸/mm			帽口 重/t	实际锭 重/t	液态帽口 率/%
	上口	下口	高度		上口	下口	高度			
2.1 t八角	540	460	1 295	3.09	186	215	200	0.272 2	2.26	12.39
4 t八角	670	570	1 400	3.57	173	265	315	0.518 0	3.93	13.56
5 t八角	760	640	1 505	4.56	214	298	280	0.625 8	5.15	15.25
6 t八角	760	640	1 840	3.64	800	800	250	0.574 0	5.85	9.81
9 t十二角	1 066	874	1472	6.52	175	256	360	1.080 0	9.00	12.32

kg,帽口率9.81%。钢锭模壁厚为166 mm,钢锭模高度2 200 mm,钢锭模设计单重8 602 kg。钢锭模重和钢锭质量比为1.42。抚钢二炼钢部分模型基本技术参数对比如表2所示。

由图1可知,5 t锭模与6 t锭模相比,上下口尺寸及模壁厚度没有变化,6 t模高度较5 t模增加585 mm,其中含200 mm内置帽口高度。而5 t模型绝热板为正常的外置8块组合,上小下大形状(图2a);6 t模型绝热板为内置4块组合(图2b),上厚下薄,通过绝热板设计调整一定锥度,达到了减少帽口容积的目的。

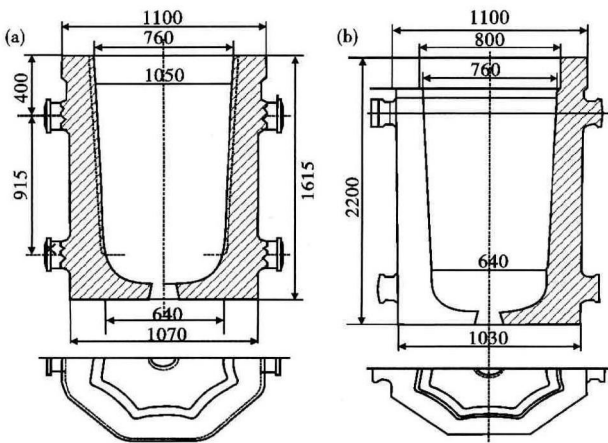


图1 5 t锭模(a)和6 t锭模(b)的主要尺寸

Fig. 1 Main dimensions of 5 t ingot mould (a) and 6 t ingot mould (b)

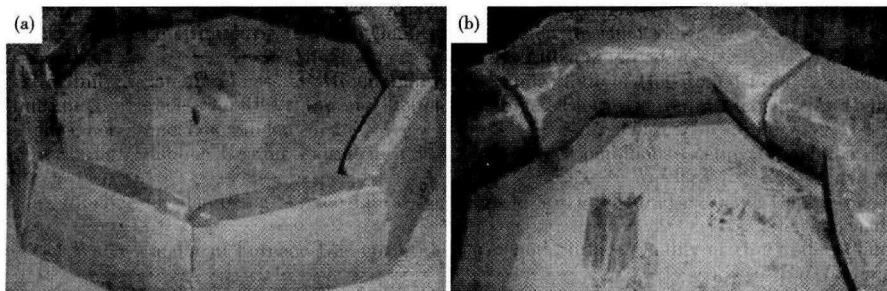


图2 5 t锭(a)和6 t锭(b)绝热板组合图

Fig. 2 Diagram of assembling of insulation board for 5 t ingot (a) and 6 t ingot (b) casting

3 影响钢锭成材率的因素

钢锭的成材率主要取决于轧、锻后无缺陷部分。钢材缺陷有夹杂、缩孔、疏松、裂纹、锭型偏析等。其中裂纹主要与浇注温度、铸模温度、铸模的模型及钢锭热加工等有关,疏松和缩孔主要与帽口补缩及发热剂等的保温效果有关,夹杂物

主要与钢液纯净度、浇注流钢系统耐火材料质量及干净程度有关^[3],同时钢锭模锥度在一定程度上影响外来夹杂的上浮排除。

钢锭模的模壁厚度对钢锭出生外壳有一定影响,钢锭模应有一定的厚度,以保证结构的坚固性和使钢锭冷却凝固的激冷层有一定的厚度,以承受内部钢水的静压力,避免出现钢锭裂纹^[4]。普遍认为模壁越厚,钢锭出生外壳越厚,也就能改善钢锭的结构。实际上,钢水注入模内,很快就会形成一层激冷层,由于体积发生收缩使钢锭与模壁之间产生空隙,热传导受到了影响^[4]。致使钢锭不能迅速继续冷却,结晶时间延长,由于选分结晶的结果,造成一定程度的偏析,严重时可能造成钢材内部各点硬度不均,机械性能不合。

理论上,钢锭总的收缩率为3%~5%,帽口率一般在10%左右,即可满足钢锭收缩要求又提高了成材率^[5]。国内部分企业的帽口率已经控制在8%~10%,比较而言,抚钢部分模型帽口率有一定的降低空间。

减少帽口容积,必须与钢锭模本身壁厚、锥度,帽口方式等条件配套优化,才能在降低帽口率的条件下获得无缺陷的合格坯料,才能提高钢锭成材率^[3]。

4 影响钢锭成材率的相关损失统计与分析

2013年10月份开始标定试验新6 t锭型,工艺路线:模注→2000 t快锻成材(Φ210~300 mm圆材),共标定7炉,21支,钢种包括18CrNiMo7-6、D2、30Cr13等钢种,每炉平均数据如表3所示。

从表3中可以看出,6 t锭的平均切头率为8.51%,切尾率平均为1.05%,成材率平均86.47%(波动

表 3 6 t 锭与 5 t 锭技术参数对比

Table 3 Comparison between 6 t ingot and 5 t ingot technical parameters

锭型	锭单重/kg	切头量/kg	切头率/%	切尾量/kg	切尾率/%	成材率/%	其它损失率/%
6 t	5 840	504	8.51	100	1.05	86.47	3.00
5 t	5 050	753	14.91	120	2.38	79.71	3.00

注:6 t 锭数据为 21 支试验钢锭的平均值,5 t 锭数据为同期生产同钢种同规格(210 ~ 300 mm 圆材)21 支钢锭的平均值。

84.75% ~ 88.42%),比 5 t 锭的实际成材率大约高 7 个百分点。

5 影响钢锭成材率的相关质量检验结果与分析

为了验证锭型对钢锭质量的影响,6 t 钢锭成材后,根据有关标准及双方协议的技术条件,对成品的 Φ210 ~ 330 mm 棒材逐支通长进行超声波探伤,并在头部取低倍片进行低倍检验。

5.1 探伤

由于技术条件不同,超声波探伤分别引用 ASTM A388、SEP1921-1984 等标准对试验的 21 支钢材进行通长探伤,只有 1 支局部探伤不合格,判废 290 kg,其余均探伤合格,废品率 0.24%,低于正常 5 t 锭废品率 0.668%。说明新设计 6 t 模型对钢锭内部质量没有不良影响。

5.2 低倍检验

对以上试验 6 t 锭所生产的钢材引用 GB/T226-1991 标准进行低倍酸浸检验,结果表明,钢材中心

疏松、一般疏松级别均未超过 1.0 级,锭型偏析 0 ~ 1.5 级,均符合标准要求。

6 结论

(1)抚顺特钢 5 t 锭型成材率低的主要原因是锭型帽口率高,因此通过增加锭身高度,减少帽口率,同时采用内置帽口,保证钢锭头部的保温效果,可大幅提高钢锭成材率。

(2)新设计 6 t 模型对钢材质量无不良影响。

(3)改进后的 6 t 锭型,2000 t 快锻成材,成材率较 5 t 锭型的 79.71% 提高至 86.47%。

参考文献

[1] 田乃媛. 提高模铸钢锭成材率的途径[J]. 河北冶金,1990,12(6):17-25.
 [2] 郭山,王叔白,雷锡钧,等. 钢锭形状与轧制成材率[J]. 黑龙江冶金,1996,17(1):12-14.
 [3] 宋书雅,赵俊学,杨薇,等. 11 t 铸锭帽口绝热板和保护渣对 H13 钢成坯率的影响[J]. 特殊钢,2014,35(2):30-33.
 [4] 邱绍岐,祝桂华. 电炉炼钢原理及工艺[M]. 北京:冶金工业出版社,2010,285-290.
 [5] 孟凡钦. 钢锭浇注与钢锭质量[M]. 北京:冶金工业出版社,1994:373-395.

沙卫星(1982-),男,工程师,2007 年河南科技大学(本科)毕业,特殊钢冶炼工艺及钢锭质量控制。

E-mail:shaweixing6688@163.com

收稿日期:2014-06-28

下 期 要 目

基于水力学模拟试验的 3 流连铸 20 t 中间包结构优化研究 杨凌志等
 GCr15 轴承钢 Φ130 mm 棒材热连轧过程轧制力的数值模拟和分析 李小龙等
 异型坯连铸长水口浸入深度对 36 t 中间包流场及温度场的影响 阮飞等
 单流 150 mm 板坯连铸 30 t 中间包控制装置优化的数值模拟和应用 徐清等
 20CrMnTiH 齿轮钢轧制过程的金属流变对铸坯碳偏析的影响 李曲全等
 改善低碳高硫易切削钢切削性能的工艺实践 曹理强等
 150 t 钢包炉(LF)精炼过程控制钢水增氮的工艺实践 杜和平等
 温度对 33EH 烧结钕铁硼永磁体磁性能的影响 王凌燕等
 0.25C-1.1Cr-0.7Mn-0.25Mo-0.05V 高速动车车轴用钢的热塑性、组织和力学性能 王玉玲等