

· 工艺技术 ·

## 重轨钢浇次第一炉钢冶金质量的研究

李 峰

(包头钢铁集团公司技术中心, 包头 014010)

**摘 要** 对100 t LD-LF-VD-280 mm × 380 mm 连铸坯流程生产的 U71Mn 和 U75V 重轨钢第一炉钢的冶金质量进行了研究。统计结果表明,虽然第一炉钢过热度(21 ~ 38 °C)较高,但第一炉钢中后半炉的最大氢、氧含量较前半炉分别降低  $0.2 \times 10^{-6}$  和  $5 \times 10^{-6}$ ,夹杂物亦降低 0.5 级,后半炉钢的冶金质量可以满足重轨钢的要求,因此可将后半炉钢由原来的吊车轨改为重轨,该工艺实施后每年重轨钢可增产 6 万 t 以上。

**关键词** 重轨钢连铸 · 第一炉 冶金质量

### A Study on Metallurgical Quality of First Heat of Heavy Rail Steels during Casting

Li Feng

(Technology Center Baotou Iron and Steel Group, Baotou 014010)

**Abstract** A study on Metallurgical quality of first heat U71Mn and U75V heavy rail steel produced by 100 t LD-LF-VD-280 mm × 380 mm casting bloom flow sheet has been carried out. Statistic results show that although the overheating extent (21 ~ 38 °C) of first heat liquid is higher, the max hydrogen content, oxygen content in end-half heat of first heat decrease respectively by  $0.2 \times 10^{-6}$  and  $5 \times 10^{-6}$  as compared that in beginning-half heat and the max rating of inclusions also decrease by 0.5. The metallurgical quality of end-half heat meets the requirements of heavy rail steel, therefore it is available that the end-half heat of first heat liquid can be cast for heavy rail instead of crane rail. As the process is put into practice, the amount of heavy rail steel shall increase more than 60 000 t per year.

**Material Index** Heavy Rail Steel Casting, First Heat, Metallurgical Quality

包钢 5# 铸机生产的重轨钢(表 1)铸坯断面为 280 mm × 380 mm,其生产工艺流程为:100 t 转炉、100 t LF( VD)、弧形铸机,其中间包容量为 45 t,重轨钢每个连浇炉次一般为 15 炉。由于每个浇次的<sub>第一炉</sub>过热度较高,重轨的质量不佳,因此暂时将重轨钢第一炉钢改成吊车轨钢。吊车轨钢的成分同重轨钢,只是质量稍差(如:铸坯低倍组织差,有害气体含量高)。但由于改钢量较大,吊车轨的实际需求量小于生产量,造成吊车轨积压过多,部分已改为废钢。因此对重轨钢进行了研究。

表 2 第一炉钢和非第一炉钢的上回转台温度及软吹时间  
Table 2 Temperature of first heat and non-first heats at rotary platform and soft stirring time

炉次	上回转台温度/°C	软吹时间/min
第一炉	1 536 ~ 1 565	8 ~ 18
非第一炉	1 519 ~ 1 530	10 ~ 13

表 3 第一炉钢和非第一炉钢的过热度及拉速  
Table 3 Overheating extent and casting speed of first heat and non-first heats

炉次	过热度/°C	拉速/(m · min <sup>-1</sup> )
第一炉	21 ~ 38	0.41 ~ 0.70
非第一炉	15 ~ 36	0.60 ~ 0.69

炉钢水平平均高 18 °C,因为第一炉钢降温较大。非第一炉钢水的温度控制范围更窄。两者的软吹时间相比,相差不大,平均值基本上相当。

#### 1.2 过热度及拉速控制

由表 3 和图 1 可见,第一炉钢因过热度较高而相应的拉速较低。但非第一炉钢的过热度较低且拉速较稳定。

### 2 检测结果和分析

#### 2.1 低倍检验结果

表 1 U71Mn 钢和 U75V 钢化学成分/%

Table 1 Chemical composition of steel U71Mn and U75V / %

钢种	C	Si	Mn	P	S	V
U71Mn	0.66 ~	0.15 ~	1.10 ~	≤	≤	-
	0.76	0.35	1.40	0.030	0.030	
U75V	0.70 ~	0.50 ~	0.75 ~	≤	≤	0.04 ~
	0.78	0.70	1.05	0.030	0.030	0.08

### 1 生产工艺对比

#### 1.1 软吹时间及上回转台温度

由表 2 可见,第一炉钢水的上台温度比非第一

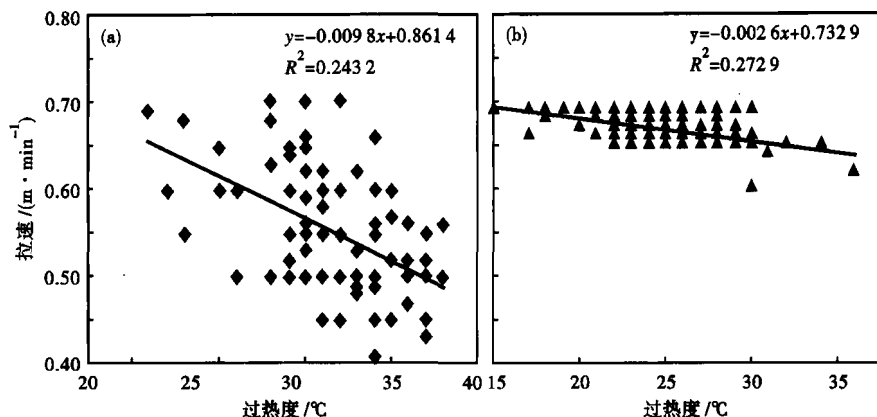


图 1 第一炉钢(a)和非第一炉钢(b)过热度对拉速的影响

Fig. 1 Effect of overheating extend of first heat (a) and non-first heat (b) on casting speed

由表 4 硫印结果的对比可见,第一炉钢与非第一炉钢相比,中心裂纹稍差,但相差不大。

由热酸浸蚀的低倍组织检验表明,吊车轨热酸浸蚀后也未出现柱状晶粗大和柱状晶穿晶现象。

### 2.2 气体含量及夹杂物

氢含量分析用带有吸耳球的石英管在结晶器部位进行,取样分为前半炉与后半炉。氧含量分析在铸坯上进

表 4 第一炉钢(吊车轨,90 炉)和非第一炉钢重轨钢(206 炉)硫印结果统计

Table 4 Comparison between sulphur print macrostructure of first heat (for crane rail, 90 heats) and non-first heat (for heavy rail, 206 heats)

炉次	级别	中心裂纹		中间裂纹		皮下裂纹		角部裂纹		夹杂物	
		炉数	比率/%	炉数	比率/%	炉数	比率/%	炉数	比率/%	炉数	比率/%
第一炉	0	32	35.6	79	87.8	90	100.0	88	97.8	0	0
	1	54	60.0	11	12.2	0	0	2	2.2	87	96.7
	2	4	4.4	0	0	0	0	0	0	3	3.3
非第一炉	0	87	42.2	192	93.2	206	98.6	206	98.6	0	0
	1	118	57.3	14	6.8	3	1.4	3	1.4	202	98.1
	2	1	0.5	0	0	0	0	0	0	4	1.9

表 5 第一炉钢(12 炉)与非第一炉钢(29 炉)的气体含量和铸坯中心部位夹杂物评级对比

Table 5 Comparison of gas content and inclusions rating at center of bloom between first heat (12 heats) and non-first heat (29 heats)

炉次	部位	氢含量/ $10^{-6}$	氧含量/ $10^{-6}$	夹杂物/级			
				A	B	C	D
第一炉	前半炉	1.5~2.3	21~33	2.0~2.5	1.5~2.5	1.5~2.5	1.0~2.0
	后半炉	1.3~2.1	19~28	1.5~2.5	1.5~2.0	1.5~2.0	0.5~1.5
非第一炉	前半炉	1.3~2.0	11~26	1.5~2.5	1.0~2.0	1.0~2.0	0.5~1.5
	后半炉	1.7~2.1	11~27	1.5~2.5	1.0~2.0	1.0~2.0	1.0~1.5

行,取样也分为前半炉和后半炉。

由表 5 可见,无论是钢中的氧、氮、氢含量,还是铸坯心部夹杂物等,第一炉钢的后半炉都符合重轨钢质量要求(重轨钢要求氧含量 $\leq 30 \times 10^{-6}$ )。

### 2.3 分析及效果

由于钢包容量为 100 t,中间包容量为 45 t,虽然第一炉钢的前半炉有的炉次不符合重轨钢质量要求,但浇铸 50 t 后,后半炉重轨钢质量合格。另外,重轨钢浇次第一炉的前半炉拉速还不断增加,并对稳定质量也不利。因此可以将后半炉从原来的吊车轨改为普通轨。

炼钢厂目前已对第一炉钢的后半炉实施了改钢

(由吊车轨钢改为普通轨钢),以轨梁厂年产钢轨 100 万 t 计,则每年增产重轨钢至少为 6 万 t。

### 3 结论

(1)重轨钢浇次第一炉钢的后半炉从工艺到质量检测都符合重轨钢要求。

(2)将重轨钢的浇次第一炉钢的后半炉改为普通轨后,每年重轨钢增产 6 万 t,经济效益明显。

李 峰(1971-),男,博士,高级工程师,炼钢工艺研究。

收稿日期:2009-10-29