

## 动态轻压下对重轨钢 U75V 疏松和夹杂物的影响

李峰<sup>1</sup> 刘平<sup>1</sup> 董珍<sup>1</sup> 史凤武<sup>1</sup> 白月琴<sup>1</sup> 张家泉<sup>2</sup>

(1 包头钢铁集团公司技术中心, 包头 014010; 2 北京科技大学冶金学院, 北京 100083)

**摘要** 6流 280 mm × 380 mm 连铸机每流安装 6 架轻压下机。铸坯轻压下量 ≤ 8 mm, 压下率 ≤ 1.5 mm/m。结果表明, 在合理的工艺条件下, 通过轻压下可显著改善铸坯中心疏松, 从而改善 U75V 钢重轨的轨腰中心条纹。因改善夹杂物在铸坯内的分布, 探伤次品剔出率由 0.206% 降至 0.095%。

**关键词** 大方坯连铸 重轨钢 动态轻压下 疏松 夹杂物

## Effect of Dynamic Soft Reduction in Casting on Porosity and Inclusions in Heavy Rail of Steel U75V

Li Feng<sup>1</sup>, Liu Ping<sup>1</sup>, Dong Zhen<sup>1</sup>, Shi Fengwu<sup>1</sup>, Bai Yueqin<sup>1</sup> and Zhang Jiaquan<sup>2</sup>

(1 Technology Center, Baotou Iron and Steel Group Co, Baotou 014010;

2 Metallurgical School, University of Science and Technology, Beijing 100083)

**Abstract** 6 Soft reduction stands are installed at each strand of 6 strands caster for 280 mm × 380 mm bloom. The soft reduction in height of bloom is ≤ 8 mm with reduction rate ≤ 1.5 mm/m. Results showed that with suitable process conditions and using dynamic soft reduction technology, the center porosity of bloom was improved led to obviously improve the center stripe at waist of heavy rail of steel U75V, and the rejection rate by non-destructive testing decreased from 0.206% to 0.095% due to improvement of distribution of inclusions in bloom.

**Material Index** Bloom Concasting, Steel for Heavy Rail, Dynamic Soft Reduction, Porosity, Inclusions

大方坯高碳钢中心部位存在明显的中心偏析和中心疏松, 而动态轻压下工艺能明显改善铸坯的这些缺陷<sup>[1,2]</sup>。为此, 包钢集团公司与中冶公司、北京科技大学合作, 引入了国内重轨钢第 1 台动态轻压下设备及工艺。

### 1 轻压下设备的安装位置及试验方案的调整过程

#### 1.1 轻压下设备的安装位置

包钢 5<sup>#</sup> 铸机主要生产高碳钢如 U75V 重轨钢 (表 1), 断面为 280 mm × 380 mm, 6 机 6 流, 在每流安装有 6 个轻压下机架, 其中第 6 个轻压下机架为预留机架, 因此目前暂时投入使用的机架只有 5 个。

设计时, 铸坯最大轻压下量 ≤ 8 mm, 压下率 ≤ 1.5 mm/m, 单个机架最大压下量 ≤ 2.5 mm。

#### 1.2 试验方案的调整

轻压下试验从试验初的固定压下 4.5 mm 发展到固定压下 7.0 mm, 但由于轻压下设备不能承受压

下 7.0 mm 所需要施加的压力, 因而出现轻压下设设备频繁报警。在广泛借鉴同行经验的基础上, 实现了动态轻压下, 即保证设备在正常承受力以内的前提下, 实施最大的压下量; 压下量随拉速的变化而变化, 目前由于 5<sup>#</sup> 铸机的拉速相对比较固定, 因而压下量基本为定值 4.5 mm。

### 2 动态轻压下的应用效果

#### 2.1 铸坯的低倍组织

如果轻压下工艺合理可以显著改善铸坯的低倍组织, 但如果实施轻压下的压下辊压下位置不正确可能会将铸坯压裂, 导致裂纹的扩大。对 U75V 钢压下与未压下的各 300 炉硫印对比结果见表 2。

由表 2 可见, 轻压下明显改善了铸坯的中心裂纹, 有压合中心裂纹的倾向, 对中间裂纹基本上没有影响。

表 2 轻压下工艺对铸坯中心裂纹与中间裂纹的影响  
Table 2 Effect of soft reduction technology on Central crack and middle crack of bloom

工艺	中心裂纹比例/%		中间裂纹比例/%	
	0 级	1 级	0 级	1 级
未压下	77.3	22.7	98.3	1.7
轻压下	94.2	5.8	98.1	1.9

表 1 U75V 重轨钢的成分/%

Table 1 Chemical composition of steel U75V for heavy rail /%

C	Si	Mn	P	S	V
0.70 ~ 0.78	0.50 ~ 0.70	0.75 ~ 1.05	≤ 0.030	≤ 0.030	0.04 ~ 0.08

图 1 为铸坯纵向低倍组织, 其标尺为 280 mm × 380 mm, 由图 1 可见, 轻压下后, 铸坯的中心疏松明显得到了改善。

### 2.2 钢轨的轨腰中心条纹减轻

图 2 为 60 kg/m 钢轨断面的宏观组织。由图 2 可见, 实施轻压下后, 钢轨的轨腰中心条纹明显减轻。这是因为铸坯的心部在轧成钢轨后恰是钢轨的腰部, 由于轻压下后铸坯的中心疏松被部分压合, 所以轧成的钢轨腰部条纹也相应减轻。表 3 也说明轻压下后钢轨的条纹变细变短。

### 2.3 钢轨的无损检测

对同月生产的经轻压下铸坯生产的钢轨(281 炉), 和未压下的铸坯生产的钢轨(304 炉) 进行无损探伤结果的比较。可见, 轻压下后钢轨的探伤剔出率降低了 0.11%。

轻压下后, 钢轨中的夹杂物总量并没有减少, 但是夹杂物的分布得到了改善, 使得探头不能将极细小的夹杂物检测出来, 夹杂物弥散分布后, 对钢质的危害作用减轻。

铸坯的中心疏松与夹杂是伴生的, 轻压下后, 在改善了铸坯中心疏松的同时, 也阻碍了夹杂物在铸坯心部的

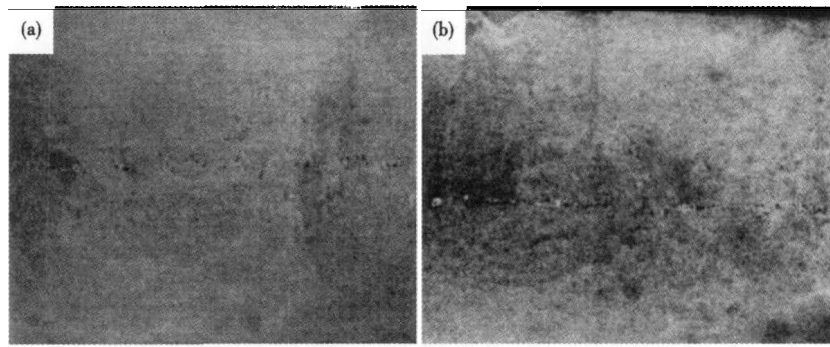


图 1 重轨钢 280 mm × 380 mm 铸坯的中心疏松: (a) 轻压下; (b) 未轻压下  
Fig. 1 Center porosity of 280 mm × 380 mm casting bloom of steel for heavy rail: (a) casting bloom with soft reduction; (b) casting bloom without soft reduction

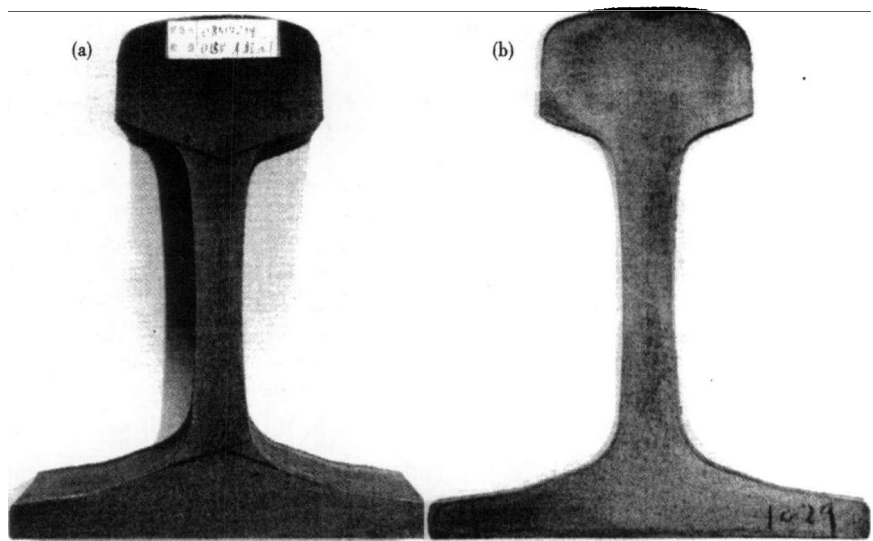


图 2 重轨钢横断面的低倍组织: (a) 铸坯未轻压下, 存在明显条纹; (b) 铸坯轻压下, 不存在明显条纹  
Fig. 2 Macrostructure of cross section of heavy rail: (a) casting bloom without soft reduction, existing obviously stripe; (b) casting bloom with soft reduction, no-existing obviously stripe

表 3 轻压下对钢轨条纹的影响

Table 3 Effect of soft reduction technology on stripe of heavy rail

项目	轻压下 4.5 mm	轻压下 7.0 mm
样本数/炉	197	216
轨腰条纹长度/mm	60 ~ 105	20 ~ 55
轨腰条纹宽度/mm	2 ~ 6	1 ~ 4

表 4 轻压下工艺对钢轨内探伤剔出率的影响

Table 4 Effect of soft reduction technology on reject ratio of heavy rail

项目	未轻压下	轻压下
总支数	16 988	15 716
伤轨支数	35	15
总探伤剔出率/%	0.206	0.095

聚集, 夹杂物因而弥散分布在钢中, 对钢质的损害减小。

### 3 结论

合理的轻压下工艺可以改善铸坯的中心裂纹及中心疏松, 减轻钢轨腰部中心线条纹; 还可改善夹杂物在铸坯中的分布, 使夹杂物分布由聚集状态改变为弥散状态, 从而减轻了夹杂物对钢质的危害。

#### 参考文献

- 1 陈永, 李桂军, 苟淑云. 提高重轨钢连铸大方坯质量的技术. 钢铁钒钛, 2003, 23(4): 41
- 2 杨素波, 陈永, 李桂军. 大方坯连铸动态轻压下技术应用研究. 钢铁, 2005, 40(6): 24

李峰(1971-), 男, 博士, 高级工程师, 炼钢工艺研究。

收稿日期: 2009-02-11