

静态轻压下技术在 GCr15 轴承钢连铸生产中的应用

刘伟¹ 吴巍¹ 刘浏¹ 高辉² 陆长河² 姚山³ 郝海³

(1 钢铁研究总院工艺所,北京 100081; 2 北满特殊钢有限责任公司,齐齐哈尔 161041;

3 大连理工大学铸造工程研究中心,大连 116024)

摘要 介绍了静态轻压下技术在北满特钢 Concast 铸机生产 GCr15 轴承钢 240 mm × 240 mm 连铸坯的应用。结果表明,当钢水过热度 20 ~ 30 °C,拉速 0.85 m/min,在铸坯 3 m 长范围内进行总压下量 7 mm,3 组压下辊压下量分别为 (mm) 3, 2, 2 的轻压下连铸,铸坯中心疏松由原来未轻压下的 2.0 ~ 2.5 级降低至 1.0 ~ 1.5 级, V 型偏析和中心缩孔明显改善,铸坯中心平均碳偏析指数由 1.17 ~ 1.26 降至 1.07 ~ 1.13。

关键词 方坯连铸 静态轻压下 轴承钢 中心偏析 中心疏松

Application of Static Soft Reduction Technology during Continuous Casting of Bearing Steel GCr15

Liu Wei¹, Wu Wei¹, Liu Liu¹, Gao Hui², Lu Changhe², Yao Shan³ and Hao Hai³

(1 Institute for Metallurgical Technology, Central Iron and Steel Research Institute, Beijing 100081; 2 Beiman Special Steel Co Ltd, Qiqihaer 161041; 3 Research Center of Foundry Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024)

Abstract The application of static soft reduction technology during production of 240 mm × 240 mm cast bloom of bearing steel GCr15 by Concast caster at Beiman Special Steel is presented. Applied results showed that with liquid steel overheat 20 ~ 30 °C, casting speed 0.85 m/min, after soft reducing with total reduction in height 7 mm at the region of 3 m length bloom, reduction in height of 3 sets reduction roller respectively being 3 mm, 2 mm, 2 mm, the rating of center porosity of bloom decreased to 1.0 ~ 1.5 from 2.0 ~ 2.5 without soft reduction, the V-shaped segregation and center shrinkage cavity obviously improved and the center average carbon segregation index of bloom decreased to 1.07 ~ 1.13 from 1.17 ~ 1.26.

Material Index Bloom Casting, Static Soft Reduction, Bearing Steel, Center Segregation, Center Porosity

国际钢铁界通常将轴承钢的质量水平视为特殊钢厂生产、管理水平的标志性产品^[1]。北满特钢 GCr15 轴承钢的生产流程为:90 t 超高功率电弧炉、90 t LF/VD-4 机 4 流方坯连铸机-22 机架连轧机组。

本文对静态轻压下技术在北满特钢方坯连铸轴承钢生产的应用情况进行介绍。

1 静态轻压下技术试验

大方坯连铸机由瑞士 Concast 公司制造,主要技术参数见表 1。现有拉矫机即为压下设备,通过调节安装在拉矫辊上汽缸的压力,利用位移传感器在线检测压下量,实现铸坯压下量的闭环控制。

表 1 大方坯连铸机的主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of bloom caster

项目	设计指标
机型	弧形
铸机半径/m	10.25/18.0/∞
矫直方式	连续矫直
铸坯尺寸/mm	240 × 240
冶金长度/m	28
拉速/(m · min ⁻¹)	0.5 ~ 1.1
电磁搅拌	结晶器电磁搅拌 + 末端电磁搅拌

1、2、3 压下辊距结晶器弯月面的距离分别为 14.01、15.60、17.18 m。

由于只能在 3 m 的长度范围内实施轻压下,为此,建立铸坯传热数学模型,并通过实测铸坯表面温度对模型进行修正,保证模型的准确性。计算结果表明,当拉速为 0.85 m/min 时,3 组压下辊处对应的中心固相率值分别为 0.32、0.67、0.96,与文献[2]介绍的可实施轻压下的值比较接近。

选择压下量应满足:(1)压下量必须要完全补偿压下处钢液的收缩;(2)防止产生内部裂纹;(3)轻压下产生的反作用力不会对辊子的疲劳寿命带来不利的影响^[3]。按照 Concast 提供的经验值,总压下量确定为 7 mm,各辊压下分配比为 3 : 2 : 2。

试验 GCr15 轴承钢的化学成分(%)为:0.96 ~ 1.00C、0.17 ~ 0.30Si、0.30 ~ 0.40Mn、1.43 ~ 1.50Cr、≤ 0.020P、≤ 0.010S、≤ 0.10Nb、≤ 0.50(Ni + Cu)。对应的连铸工艺见表 2。

在同一炉同一流上分别取未使用轻压下和使用轻压下的铸坯,进行低倍检验和碳含量分析,同时对对应的铸坯轧制成 Φ60 mm 钢材,进行低倍检验,通

表 2 轻压下时连铸工艺参数

Table 2 Parameters of casting process with soft reduction

结晶器冷却水流量/ (L · min ⁻¹)	二冷比水量/ (L · kg ⁻¹)	过热度/ ℃	拉速/ (m · min ⁻¹)
2 500	0.28	20 ~ 30	0.85

过对比分析,评估轻压下技术的使用效果。

2 试验结果与讨论

2.1 轻压下对中心疏松、V 型偏析和缩孔的影响

由表 3 可以看出,使用轻压下后,铸坯的中心疏松级别由 2.0 ~ 2.5 级降低为 1.0 ~ 1.5 级,轧材的中心疏松平均级别由 0.5 ~ 1.42 级降低为 0 ~ 0.83 级,轻压下对中心疏松的改善作用较明显。

由图 1 可以看出,未采用轻压下的铸坯,其内部质量较差,V 型偏析清晰可见,缩孔也较严重;对铸坯合理实施轻压下后,坯壳的受压变形有效地补偿了糊状区的收缩,使得中心偏析线明显减轻,V 型偏析线变得模糊不清,中心缩孔有了明显的改善。

2.2 轻压下对中心碳偏析的影响

采用直径为 5 mm 的钻头,在铸坯纵断面中心处每

表 3 未轻压下和轻压下 240 mm × 240 mm 铸坯和 Φ60 mm 轧材疏松级别对比/级

Table 3 Comparison of center porosity rating of 240 mm × 240 mm cast bloom and Φ60 mm rolled products without soft reduction and with soft reduction /class

试样号	未轻压下(1)	轻压下(2)
铸坯	V0512710	2.5
	V0512729	2.0
	V0512762	2.0
轧材 (平均)	V0512710	0.5
	V0512729	1.42
	V0512762	1.33

隔 30 mm 钻孔取样,进行碳含量分析,结果见表 4。由表 4 可以看出,采用轻压下技术后,铸坯中心平均碳偏析指数由 1.17 ~ 1.26 降低为 1.07 ~ 1.13,并且沿浇铸方向,铸坯的中心碳含量趋于均匀。

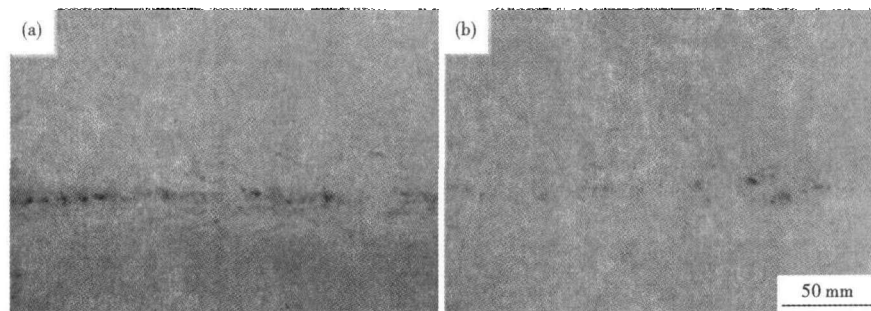


图 1 轻压下对 GCr15 轴承钢铸坯纵向低倍组织的影响:(a)未采用轻压下;(b)采用轻压下
Fig. 1 Effect of soft reduction on longitudinal macrostructure of cast bloom of bearing steel GCr15: (a) without soft reduction; (b) with soft reduction

表 4 未轻压下和轻压下铸坯纵断面中心碳含量和中心平均碳偏析指数对比

Table 4 Comparison of center carbon content and center average carbon segregation index of longitude section of cast bloom without soft reduction and with soft reduction

试样代号	延纵断面中心碳含量/%										中心平均碳偏析指数
	1.15	1.14	1.46	1.30	1.09	1.15	1.15	1.17	1.27	1.32	
未轻压下 Z1-1	1.15	1.14	1.46	1.30	1.09	1.15	1.15	1.17	1.27	1.32	1.26
轻压下 Z1-7	0.97	0.99	1.12	1.02	1.07	1.06	1.09	1.01	1.02	1.02	1.07
未轻压下 Z2-8	1.32	1.13	1.31	1.10	1.17	1.23	1.25	1.23	1.21	1.27	1.22
轻压下 Z2-7	1.10	1.02	1.12	1.20	1.10	0.98	1.09	1.13	1.09	1.07	1.10
未轻压下 Z3-10	1.16	1.28	1.09	1.19	1.09	1.17	1.14	1.39	1.23	1.24	1.17
轻压下 Z3-7	1.09	1.11	1.15	1.22	1.15	1.16	1.20	1.12	1.09	1.19	1.13

注:中心平均碳偏析指数 = 中心钻孔取样的碳含量的平均值/中间包钢水的碳含量。

3 结论

通过采用轻压下,GCr15 轴承钢铸坯的中心疏松级别降低,V 型偏析和缩孔均有了明显的改善,铸坯中心平均碳偏析指数由 1.17 ~ 1.26 降低至 1.07 ~ 1.13。

参考文献

1 刘 浏. 轴承钢产品质量与生产工艺研究. 河南冶金,2003,11

(3):11

2 林启勇,蒋欢杰,朱苗勇. 连铸坯动态轻压下的压下参数分析. 材料与冶金学报,2004,3(4):261

3 Sakaki G S, Kwong A T, Petozzi J J. Soft Reduction of Continuously-Cast Blooms at Stelco's Hilton Works. Steelmaking Conference Proceedings, 1995

刘 伟(1982-),男,博士生,连铸过程工艺及数值模拟。

收稿日期:2008-07-18