

连轧后水冷工艺对 GCr15 轴承钢 $\Phi 60$ mm 棒材网状碳化物的影响

夏伟栋 李 铮 郑雨阳 葛 华
(宝钢股份特殊钢分公司,上海 200940)

摘 要 通过调节三组水箱高压喷嘴冷却水的强度(轧制速度 1.48 m/s,喷嘴内径 80 mm,精轧前 1[#]水箱水压 ≤ 0.3 MPa,精轧后 2[#]水箱水压 ≥ 1.0 MPa,3B 水箱水压 ≥ 1.0 MPa),控制 $\Phi 60$ mm GCr15 轴承钢终轧温度 950 $^{\circ}\text{C}$,喷水后返红温度为 680 $^{\circ}\text{C}$,使成品材网状为 1.5~2.0 级,稳定达到标准要求。

关键词 GCr15 轴承钢 控制冷却 网状碳化物

Effect of Water Cooling Process after Continuous Rolling on Carbide Network of $\Phi 60$ mm Rod of GCr15 Bearing Steel

Xia Weidong, Li Zheng, Zheng Yuyang and Ge Hua
(Special Steel Branch, Baosteel Group, Shanghai 200940)

Abstract With adjusting the rate of cooling water of high pressure spray jet at 3 water tanks (rolling speed 1.48 m/s, inside diameter of spray jet 80 mm, water pressure of No1 water tank before finishing rolling ≤ 0.3 MPa, No2 tank after finishing rolling ≥ 1.0 MPa and 3B tank ≥ 1.0 MPa) to control finishing rolling temperature 950 $^{\circ}\text{C}$ for $\Phi 60$ mm GCr15 bearing steel products and self tempering temperature 680 $^{\circ}\text{C}$ after water spray, the carbide network rating of products was 1.5~2.0 to meet the requirement of standard.

Material Index GCr15 Bearing Steel, Control Rolling, Carbide Network

1 轧制设备与工艺

棒材连轧车间共有 22 架轧机,粗、中、预精轧各 6 架(共 18 架),精轧 4 架。棒材主要生产规格为 $\Phi 20 \sim 90$ mm。由于原生产线轧机和剪切机等设备能力不足,造成无法使用低温轧制等先进的工艺技术,而单一水箱的冷却能力不足,造成轴承钢生产过程中经常出现网状碳化物超标。改进后的在线水箱

有 4 套,每个水箱有 3 条不同内径的管道,根据不同的生产规格分别运用。水箱采用高压喷嘴水冷却方式。1[#]、2[#]水箱各长 8 m,由 9 个喷嘴组成(其中 6 个正吹,2 个反吹,1 个气吹);3A、3B 水箱各长 5 m(其中 4 个正吹,2 个反吹,1 个气吹)。水压 1.5~1.8 MPa;每小时最大耗水量 1 180 升。其布局如图 1 所示。

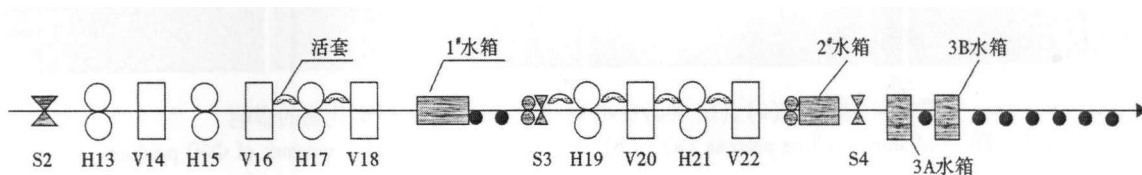


图 1 冷却水箱布置图
Fig. 1 Layout of water cooling tank

2 轧后控冷试验

钢材在 850~900 $^{\circ}\text{C}$ 开始有少量网状析出,在 750~850 $^{\circ}\text{C}$ 为正常的析出区域,而温度在 700~750 $^{\circ}\text{C}$ 时,析出现象有明显增大趋势^[1]。为减少网状碳化物的大量析出,对轧后的钢材进行快速的控制冷却,即避开主要析出碳化物的 700~850 $^{\circ}\text{C}$ 温度区域时间,是减少乃至消除网状碳化物的一个关键环节。

表 1 中 1[#]水箱未试验强冷的原因是,紧随其后的分段剪最低剪切温度必须 ≥ 850 $^{\circ}\text{C}$ 。

试验 GCr15 轴承钢的主要成分为:0.98% C、1.47% Cr。出炉温度 1 120~1 150 $^{\circ}\text{C}$;开轧温度 1 090~1 100 $^{\circ}\text{C}$;终轧温度 950 $^{\circ}\text{C}$;试验规格 $\Phi 60$ mm;轧制速度 1.48 m/s;使用喷嘴内径为 $\Phi 80$ mm。GCr15 钢轧材表面温度和冷却时间的关系见图 2。

表 1 不同冷却工艺水箱喷嘴使用情况

Table 1 Using condition of water tank spray jet for different water cooling process

水箱	(a)	(b)	(c)	(d)
1#	不用	弱冷	弱冷	弱冷
2#	不用	强冷	强冷	强冷
3A	不用	不用	不用	强冷
3B	不用	不用	强冷	强冷

注:弱冷控制是把现场水箱的水压调节至 0.3 MPa 以下,对产品进行少量的冷却;强冷控制是把水压调节至 1.0 MPa 以上,通过较高的水压冷却,达到较好的冷却效果。

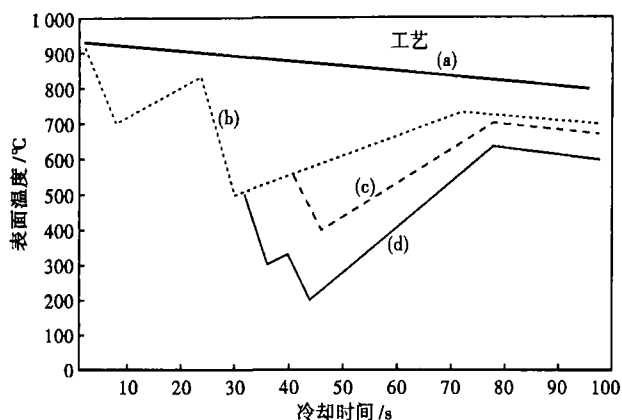


图 2 冷却工艺对 Φ60 mm 棒材表面温度的影响

Fig. 2 Effect of water cooling process on surface temperature of Φ60 mm product

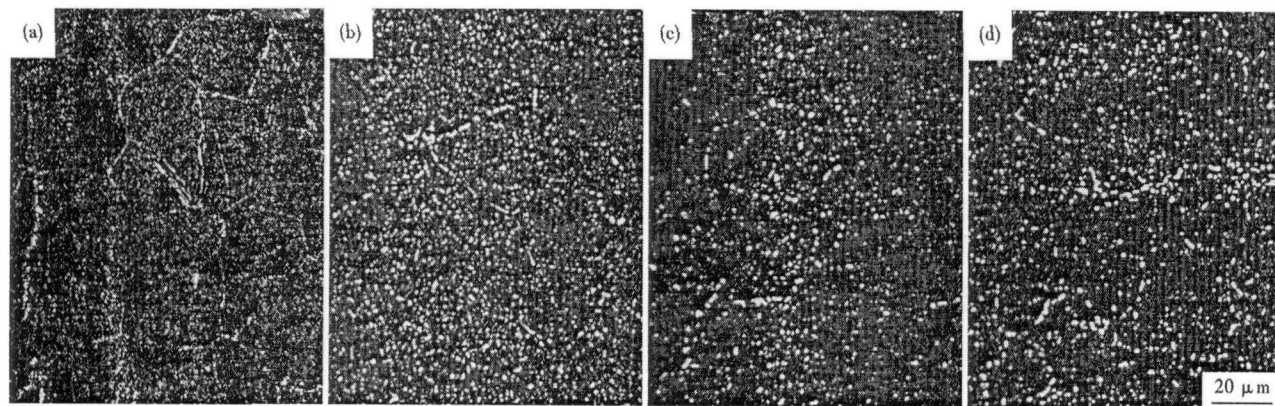


图 3 冷却工艺(a)、(b)、(c)、(d)对 Φ60 mm 棒材网状碳化物的影响

Fig. 3 Effect of water cooling process (a), (b), (c) and (d) on carbide network of Φ60 products

630 °C 左右,有明显的冷却不均现象,造成个别试样网状级别达到 2.5 级。同时由于 3A、3B 水箱距离较近,最低表面温度只有 200 °C 左右。可能会由于冷却速度过快造成应力裂纹,对质量不利。

4 结论

(1) 常规轧制的 GCr15 轴承钢 Φ60 mm 棒材,由于终轧温度高,按一般冷床自然冷却方式,易形成粗大的网状碳化物,不能满足网状 ≤2.5 级的要求。

(2) 轧后两次控冷,Φ60 mm 棒材的表面最高返红温度约为 740 °C,此时网状析出仍然严重,个别试

3 试验结果及分析

从各试验工艺方案的产品中随机取样 6 个,退火后检验其中心的碳化物网状,评定级别见表 2,代表性网状碳化物见图 3。结果表明:

工艺(a)- 由于在终轧温度较高情况下采用自然冷却方式,在 700 ~ 850 °C 停留时间长,网状级别最高。

工艺(b)- 采取 2 个水箱冷却,表面最高返红温度仍在 740 °C 左右。个别网状级别超过 2.5 级。

工艺(c)- 采用 3 个水箱,最终的返红温度控制在 680 °C 左右,最终结果较为理想。

工艺(d)- 采用 4 个水箱,最终返红温度控制在

表 2 不同冷却工艺 Φ60 mm 成品材的网状碳化物级别
Table 2 Carbide network rating of Φ60 mm products with different water cooling process

试样	(a)	(b)	(c)	(d)
1	3.0	2.5	2.0	2.0
2	2.5	2.5	2.0	2.0
3	3.0	3.0	1.5	2.0
4	3.0	2.5	2.0	2.5
5	3.0	2.5	2.0	1.5
6	2.5	2.0	2.0	2.0
平均	2.83	2.50	1.92	2.00

样出现 3.0 级的网状。

(3) 通过轧后 3 次控冷的方式,可把 Φ60 mm 棒材的表面最高返红温度控制在 700 °C 以下,使轴承钢网状级别稳定达到 GB/T18254-2002 的要求。

参考文献

- 1 庄振东,王敏华. 高碳铬轴承钢棒材轧后控制冷却与快速球化工艺. 特殊钢,2000,21(1):53

夏伟栋(1970-),男,工程师,2000 年北京科技大学毕业,特殊钢产品工艺开发。

收稿日期:2007-10-17