

GCr15 轴承钢 220 mm × 220 mm 连铸坯生产 Φ55 ~ 70 mm 棒材的工艺开发

池 武

(上海交通大学材料科学与工程学院, 上海 200030)

摘 要 开发了 100 t DC EAF + LF + VD-220 mm × 220 mm 坯连铸-横列式轧机轧制工艺生产 Φ55 ~ 70 mm GCr15 轴承钢材。工艺试验结果表明,当连铸时钢水过热度 ≤ 35 °C, 轧制压缩比为 12.58 ~ 20.38 时, 220 mm × 220 mm 连铸坯的加热时间 ≥ 8 h, 轧制的 GCr15 轴承钢 Φ55 ~ 70 mm 成品轧材中心疏松 ≤ 1.5 级, 带状组织 ≤ 1.5 级, 可以满足 GB/T18254-2002 标准要求。

关键词 GCr15 轴承钢 连铸 轧制 中心疏松

Development of Process for Φ55 ~ 70 mm Bar of GCr15 Bearing Steel Produced by 220 mm × 220 mm Continuous Billet

Chi Wu

(School of Materials Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030)

Abstract The process of 100 t DC EAF + LF + VD - 220 mm × 220 mm continuous billet - rolling mill to roll Φ55 ~ 70 mm GCr15 bearing steel bar has been developed. Process test results showed that with overheating temperature of molten steel during continuous casting ≤ 35 °C, heating time of 220 mm × 220 mm billet ≥ 8 h, rolling reduction 12.58 ~ 20.38, the central porosity rating of Φ55 ~ 70 mm finished rolled products of GCr15 bearing steel was ≤ 1.5, the banded structure rating ≤ 1.5 to meet the requirement of standard GB/T18254-2002.

Material Index GCr15 Bearing Steel, Continuous Casting, Rolling, Central Porosity

考虑到高碳铬轴承钢 GCr15 (1.00% C、1.50% Cr) 碳化物偏析^[1], 生产厂一般采用大断面连铸坯或模铸锭, 分别采用大的压缩比和长时间的高温扩散来保证大规格轴承钢棒材的碳化物质量。五钢公司在横列式轧机上进行了轴承钢 GCr15 220 mm × 220 mm 连铸坯一火轧制 Φ55 ~ 70 mm 工艺的开发。

1 试验材料及试验方法

GCr15 轴承钢的工艺流程为: 100 t DC 电弧炉 + LF + VD → 5 机 5 流连铸 220 mm × 220 mm → 横列式轧机轧制成 Φ55 ~ 70 mm 棒材。

对铸坯进行了 3 种加热工艺的对比试验, 坯料均为 220 mm × 220 mm, 成品规格 Φ70 mm, 对比试验参数见表 1。同时采用同一炉号的连铸坯, 并采用同一加热工艺, 轧制成不同的成品材, 进行压缩比

试验。

2 试验结果及分析

试验中发现影响成品测试合格率的主要指标是低倍中心疏松, 而其它指标几乎每次均合格, 为此针对影响成品中心疏松指标的因素进行了研究。

2.1 加热工艺对成品材质量的影响

从表 2 的测试结果可见: 加热时间延长, 低倍指标明显改善, 但是脱碳明显加重。采用 2[#]、3[#] 加热工艺各项指标均合格, 而采用 1[#] 加热工艺的成品低倍中心疏松最大 2.0 级, 不能符合 GB/T18254-2002 中中心疏松 ≤ 1.5 的要求。而用 3[#] 工艺与 2[#] 工艺比较, 中心疏松的改善已不明显, 脱碳最大值为 0.60 mm, 已接近标准最大值 (≤ 1% D), 极易发生超标。因此确定 2[#] 加热工艺为正式工艺。

表 1 3 种轧钢加热工艺的主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of three kinds of heating process for rolling

加热工艺 编号	加热时间	高温扩散 时间/h	出炉温度/ °C	炉温/°C			小时出 钢支数	出钢时 间间隔
				炉尾	炉腰	炉头		
1 [#]	5 h 10 min	≥ 2	1 200 ~ 1 210	700 ~ 800	1 220 ~ 1 240	1 210 ~ 1 230	23	2 min 40 s
2 [#]	7 h 50 min	≥ 3	1 200 ~ 1 210	700 ~ 800	1 220 ~ 1 240	1 210 ~ 1 230	15	4 min
3 [#]	10 h 25 min	≥ 4	1 200 ~ 1 210	700 ~ 800	1 220 ~ 1 240	1 210 ~ 1 230	11	5 min 30 s

表2 3种加热工艺生产钢材的测试结果

Table 2 Examination results of finished products produced by three kinds of heating process

加热工艺编号	炉号	连铸时钢水过热度/℃	试样/个	中心疏松级别/个数				带状/级	液析/级	脱碳/mm
				0.5	1.0	1.5	2.0			
1#	A	29	15	3	7	4	1	1.5	0	0.09~0.14
2#	A	29	15	7	6	2	0	1.5	0	0.09~0.28
3#	B	32	15	8	5	2	0	1.5	0	0.30~0.60

2.2 压缩比对成品质量的影响

从表3中可以发现:压缩比越大,低倍组织越致密,中心疏松级别也相应越低。如Φ55 mm 成品材中心疏松级别为0~0.5级,Φ70 mm 成品材中心疏松就达到0.5~1.5级,呈增大趋势,而Φ75~80 mm 的成品材,压缩比较小,中心疏松级别出现不合格现象。因此,决定开发的成品材规格限制≤Φ70 mm。

表3 不同压缩比对成品质量的影响

Table 3 Effect of rolling reduction on quality of finished products

规格/mm	炉号	压缩比	中心疏松级别/个数				
			0	0.5	1.0	1.5	2.0
Φ55	A	20.38	3	9	0	0	0
Φ60	A	17.13	4	6	2	0	0
Φ65	A	14.59	0	2	10	0	0
Φ70	A	12.58	1	9	1	1	0
Φ75	A	10.96	0	3	1	4	4
Φ80	A	9.63	1	1	3	4	3

注:过热度为35℃;各压缩比轧制的成品材均为带状1.5级,液析0级;GB/T18254-2002 标准中心疏松合格级别≤1.5级。

2.3 连铸钢水过热度对成品质量的影响

从小批量试验中选择了几组有代表性的炉号及批号进行分析。从表4中可以看到,过热度对中心疏松级别影响较大。过热度越低,中心疏松级别也相应越低。对于规格Φ55 mm 的成品材,过热度≤40℃,中心疏松级别满足标准要求,而对于规格≥60 mm 的成品材,过热度≤35℃,中心疏松级别才能满足标准要求,过热度≥40℃,出现中心疏松级别超标的现象。试验表明,对不同的成品材,控制不同的过热度,以保证操作的可行性和产品质量,是十分必要的。

3 试验结果应用

在进行了小批量试验后,考虑到生产成本和产品质量因素,确定了如下的加热工艺(表5),同时得出成品规格与220 mm × 220 mm 坯料长度及过热度

表4 连铸时钢水过热度、轧制压缩比对成品中心疏松的影响

Table 4 Effect of overheating temperature of molten steel during continuous casting, rolling reduction on central porosity of finished products

规格/mm	炉号	压缩比	钢水过热度/℃	中心疏松级别/个数				
				0	0.5	1.0	1.5	2.0
Φ55	A	20.38	31	3	9	0	0	0
	B	20.38	34	0	2	9	0	0
	C	20.38	39	0	5	7	0	0
	D	20.38	40	0	4	8	0	0
Φ60	E	17.13	28	4	6	2	0	0
	F	17.13	33	11	1	0	0	0
	G	17.13	35	0	3	8	1	0
	H	17.13	38	0	2	6	3	1
Φ65	I	14.59	29	0	2	10	0	0
	J	14.59	29	2	6	4	0	0
	K	14.59	35	4	5	1	2	0
	L	14.59	41	1	2	3	2	4
Φ70	M	12.58	28	3	7	1	1	0
	N	12.58	34	1	9	1	1	0
	O	12.58	35	2	3	5	2	0
	P	12.58	39	0	2	6	1	3

注:GB/T18254-2002 标准中中心疏松合格级别≤1.5级。

表5 220 mm × 220 mm 连铸坯加热工艺

Table 5 Heating process for 220 mm × 220 mm continuous casting billet

加热时间/h	出炉温度/℃	炉温/℃				终轧温度/℃	小时出钢支数	出钢时间间隔/min
		炉尾	后加热	前加热	均热			
≥8	1200~1210	700~800	1180~1200	1220~1240	1210~1230	≥950	15	4

的对应关系:Φ55 mm 棒材的坯料长度1.31~1.36 m,过热度≤40℃,Φ60~70 mm 棒材的坯料长度为1.60~1.68 m,过热度≤35℃。

4 结论

按GB/T18254-2002 标准连铸时控制钢水过热度,采用220 mm × 220 mm 连铸坯一火轧制Φ55~70 mm GCr15 棒材完全可行,轧制工艺的制订是合理的。完全可以改善成品低倍中心疏松级别,使之达到GB/T18254-2002 标准。

参考文献

1 叶婷,肖爱平,李德胜,等. GCr15 轴承钢连铸坯冶金质量的分析. 特殊钢,2002,23(3):35

池武(1977-),男,研究生,工程师,1999 年华东冶金学院毕业,金属材料加工研究。

收稿日期:2007-05-10