

120 t 转炉-LF + RH-TB 生产 LZ50 车轴钢坯的化学成分和质量控制

许家彦 王荣武

(本溪钢铁集团公司, 本溪 117000)

摘要 本钢采用优质铁水预处理-120 t 转炉冶炼、硅铝钡锶钙复合脱氧-钢包精炼喷 Si-Ca 粉 + RH-TB 真空脱气-5 t 铸锭-轧制工艺生产 230 mm × 230 mm × 1 350 mm LZ50 轴坯钢。生产结果表明, 由于控制 C 0.47% ~ 0.50%, Si 0.20% ~ 0.35%, Mn 0.71% ~ 0.85%, 且钢中 P、S ≤ 0.02%, 平均 [H] = 1.77 × 10⁻⁶, 平均 [O] = 12.22 × 10⁻⁶, 使轴坯钢具有良好的低倍组织和稳定的机械性能, 产品质量达到 TB/T2945-1999 标准要求。

关键词 顶底复吹转炉 LF + RH-TB 精炼 轴坯钢 LZ50 冶金质量

Control of Chemical Composition and Quality of LZ50 Steel Billet for Vehicle Axle Produced by 120 t Converter - LF + RH-TB Process

Xu Jiayan and Wang Rongwu

(Benxi Iron and Steel Group Co Ltd, Benxi 117000)

Abstract The 230 mm × 230 mm × 1 350 mm LZ50 steel billet for vehicle axle is produced by quality hot metal pre-treatment - 120 t converter melting and SiAlBaSrCa combined deoxidizing - ladle refining with Si-Ca powder injection + RH-TB vacuum degassing - 5 t ingot casting - rolling process. The production results showed that due to controlling C content between 0.47% ~ 0.50%, Si 0.20% ~ 0.35%, Mn 0.71% ~ 0.85%, both P, S in steel ≤ 0.02%, average [H] = 1.77 × 10⁻⁶, average [O] = 12.22 × 10⁻⁶, the LZ50 steel billet had excellent macro structure and constant mechanical properties, and the quality of products was up to the requirement of TB/T2945 standard.

Material Index Top and Bottom Combined Blown Converter, LF + RH-TB Refining, LZ50 Steel Billet for Vehicle Axle, Metallurgical Quality

本钢 1999 年开始试制 LZ50 车轴钢坯^[1], 进而批量生产, 通过严格控制钢的化学成分和冶金工艺, 使产品质量符合 TB/T2945-1999 标准要求。

1 生产工艺

LZ50 与 40 车轴钢相比, 理化指标都有改进(表 1), 它们都直接或间接影响材质疲劳强度。

LZ50 车轴钢的生产流程为: 本溪纯净铁矿 → 高炉 → 铁水预处理 → 120 t 顶底复吹转炉 → LF-IR → RH-TB → 模铸(氩气保护) → 热送 → 均热 → 800/650 mm 轧机 → 保温 → 清理检查 → 超声波探伤 → 检验 → 包装入库。

1.1 120 t 复吹转炉冶炼

转炉冶炼 LZ50 车轴钢工艺重点是:

(1) 脱氧合金化制度因为该钢种对气体要求比较严格, 因此, 采用硅铝钡锶钙复合脱氧剂脱氧, 要求烘烤脱氧剂(> 300 °C), 合金加入顺序为硅铝钡锶钙 → 硅锰 → 硅铁 → 高锰 → 中锰。合金加入时间为当合金总量 ≤ 2 t 时: 出钢 1/4 开始至 1/2 加完; 合金总量 > 2 t 时: 出钢 1/5 开始至 4/5 加完;

(2) 控制终点 [C]^[1] 和温度。

1.2 精炼工艺

精炼工艺分为钢包炉加喷粉工艺和 RH-TB 真空脱气工艺。造渣过程所造的白渣一直保持至

表 1 LZ50 与 40 车轴钢技术指标

Table 1 Technical requirement for LZ50 steel and 40C steel for vehicle axle

钢号	断面尺寸/mm	压缩比	化学成分/%			机械性能			
			C	Mn	Si	σ_b /MPa	σ_s /MPa	$\delta_4(\delta_5)/\%$	$\Psi/\%$
LZ50	230 × 230	不小于 6:1	0.47 ~ 0.57	0.60 ~ 0.90	0.17 ~ 0.40	≥ 610	≥ 345	≥ 21(19)	≥ 35
40	220 × 220	无要求	0.37 ~ 0.45	0.50 ~ 0.80	0.15 ~ 0.35	549 ~ 598		≥ 21	无要求

注: LZ50 钢要求晶粒度 ≥ 5 级, [H] ≤ 3 × 10⁻⁶, [O] ≤ 30 × 10⁻⁶; 40 钢均无要求。

冶炼终点;在完成合金化和温度调整后进行喷粉;喷吹 Si-Ca 粉的罐压设定为 500 ~ 700 kPa,处理周期 15 ~ 20 min。吹氩强度以钢水不裸露为准。RH-TB 真空脱气处理的真空压力小于 1 000 Pa,循环时间大于 10 min。

1.3 氩气保护浇注

锭型为 5 t 矩形锭型;浇注速度:锭身 ≥ 8 min,帽口 ≥ 7 min;为防止钢水浇注过程中的二次氧化和吸气,装有氩气保护浇注设施。

1.4 加热和轧制

注锭完毕 60 min 热送特钢 800/650 mm 分厂加热,开轧温度 ≥ 1 150 ℃,终轧温度 ≤ 1 000 ℃;轧制 27 个道次。

2 结果分析

本钢从 2002 年 7 月开始试制,至 2004 年 7 月

共试生产 68 炉 8 900 t 钢,轧制轴坯钢规格为 230 mm × 230 mm × 1 350 mm。分别发往使用单位晋西车轴股份有限公司、包头北方铁路产品有限责任公司、长春机车车辆有限责任公司使用和复验,各项技术指标 100% 合格,满足用户要求。

按生产时间顺序抽取了 43 炉钢材进行分析,结果表明,大多数炉号的 LZ50 轴坯钢 C 含量控制在 0.47% ~ 0.50%,Si 0.20% ~ 0.35%,Mn 0.71% ~ 0.85%,S ≤ 0.020%,P ≤ 0.016% (图 1),晶粒度 > 5 级,机械性能较为稳定(表 2)。

LZ50 车轴钢平均气体含量 [H] = 1.77 × 10⁻⁶, [O] = 12.22 × 10⁻⁶, [N] = 42 × 10⁻⁶,轴坯低倍组织一般疏松 0.5 ~ 2.5 级,中心疏松 0.5 ~ 1.5 级,偏析 0.5 ~ 2.0 级。钢坯非金属夹杂物总量少、形态弥散(表 3)。

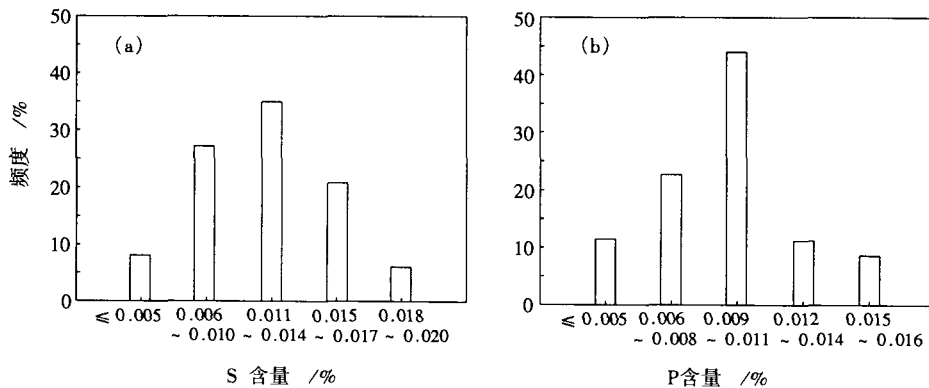


图 1 LZ50 车轴钢中 S(a)、P(b)含量的分布频度

Fig. 1 Distribution of frequency of S (a) and P (b) content in LZ50 steel billet for vehicle axle

表 2 LZ50 轴坯钢的力学性能和晶粒度 (840 ℃ 3 h 正火处理)

Table 2 Mechanical properties and grain size of LZ50 steel billet for vehicle axle, normalized at 840 ℃ for 3 h

项目	力学性能				晶粒度/级
	σ_s /MPa	σ_b /MPa	Ψ /%	δ_5 /%	
轴坯	442	787.7	50.6	26	7.5
	356	640	38	20	5.5
标准	≥345	≥610	≥35	≥19	≥5

表 3 LZ50 轴坯钢非金属夹杂评定/级

Table 3 Examination results of non metal inclusion rating of LZ50 steel billet for vehicle axle /rating

项目	A		B		C		D	
	粗	细	粗	细	粗	细	粗	细
标准	≤2.5		≤2.5		≤2.5		≤2.5	
轴坯	0.5 ~ 2.5		0.5 ~ 2.0		0		0	

3 结论

采用纯净铁水为原料进行铁水预处理([S] ≤ 0.005%),经全铁法转炉冶炼,配以合理的 LF-RH 处理,5 t 锭氩气保护浇注,使得 LZ50 车轴钢的气体含量低,钢质洁净,碳、硅和锰元素含量波动小,具有良好的低倍组织和稳定的机械性能。

参考文献

1 杨南翔,朱梅,刘淑华.关于铁道车辆 LZ50 钢车轴及钢坯标准的制定.标准化,2002,40(2)

许家彦(1957-),男,高级工程师,1982 年毕业于鞍山科技大学钢铁冶金专业,从事钢铁生产、技术管理。