

长水口氩封保护浇铸对车轮钢 Φ450 mm 圆坯质量的影响

吴宗双¹ 包燕平¹ 刘建华¹ 陈刚² 龚志翔² 钟斌²

(1 北京科技大学冶金与生态工程学院,北京 100083; 2 马鞍山钢铁股份有限公司,马鞍山 243002)

摘要 钢包长水口采用氩封保护浇铸后,可有效降低钢中气体含量。检验结果表明,马钢车轮钢 Φ450 mm 圆坯的T[O]由未进行氩封保护浇铸时的 49.3×10^{-6} 降到 27.9×10^{-6} ,夹杂总量由 29.7×10^{-6} 降至 14.8×10^{-6} ,铸坯质量明显改善,车轮的力学性能显著提高。

关键词 车轮轮箍钢 氩封保护浇铸 T[O] 夹杂物

Effect of Long Nozzle Casting with Shielding Argon Gas on Quality of Φ450 mm Round Billet of Wheel Steel

Wu Zongshuang¹, Bao Yanping¹, Liu Jianhua¹, Chen Gang², Gong Zhixiang² and Zhong Bin²

(1 School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology, Beijing 100083; 2 Maanshan Iron and Steel Co Ltd, Maanshan 243002)

Abstract It is available to decrease gas content in steel by long nozzle casting with shielding argon gas. The examination results showed that in comparison without argon gas shielding casting the total oxygen content in Φ450 mm round billet of wheel steel produced with shielding argon gas at Maanshan Steel decreased to 27.9×10^{-6} , from original 49.3×10^{-6} , the total inclusion content in steel decreased to 14.8×10^{-6} from 29.7×10^{-6} the quality of cast billet obviously increased and the mechanical properties of wheel increased appreciably.

Material Index Wheel Steel, Shielding Argon Gas Casting, T[O], Inclusion

1 设备参数及试验方案

马钢 Φ450 mm 圆坯的生产工艺流程为:铁水预处理→转炉冶炼→LF(VD)精炼→喂线(CaSi)→圆坯连铸。圆坯生产工艺及连铸机的主要技术参数如表 1。

对车轮轮箍钢(0.6% C)采用 2 种试验方案:(1)对钢包长水口不采用氩封保护浇铸;(2)对钢包长水口采用氩封保护浇铸(氩气压力为 0.6 MPa)。

2 试验结果

2.1 钢中氮、氢含量变化

钢中自由的氮形成固溶体,造成固溶强化,并有时效作用,使钢的塑性和韧性降低,冷加工性能下降^[1]。钢中氮也降低钢的高温韧性和塑性^[2]。根据未采用氩封时的数据得出:真空脱 N;VD 后,钢水中开始增 N,钢包在喂线后→中间包过程增 N 显著;与中间包比,结晶器中 N 含量略有上升。采用氩封后,钢水中氮含量可降低约 14×10^{-6} ,降幅达 20%(表 2、图 1)。

在未采用氩封时,真空脱氢明显;VD 后钢水中开始增氢,在喂线后→中间包过程增氢显著。采用氩封后,中间包钢水氢含量可降低约 0.73×10^{-6} ,降幅达 19%(表 2)。

2.2 中间包覆盖剂成分

在中间包开浇 30 min 时,取中间包覆盖剂进行

表 1 连铸机主要技术参数
Table 1 Main parameters of concaster

项目	参数
弧形半径/m	12
铸坯流数	3
流间距/mm	1 800
铸坯断面/mm	Φ450
中间包容量(T型)/t	15
中间包液面高度/mm	1 000
结晶器液面控制	Cs137
铸流保护	浸入式长水口氩封保护
结晶器	带足辊双锥度
矫直机(方式)	3 点 5 机架矫直
拉坯速度/(m·min ⁻¹)	0.55
比水量/(L·kg ⁻¹)	0.35
电磁搅拌(M-EMS 外置式)	2.5 Hz、300 A

表 2 有、无氩封时钢中气体含量对比/10⁻⁶
Table 2 Comparison of gas content in steel casting with and without shielding argon gas /10⁻⁶

工序	[N]		[H]		T[O]	
	氩封	无氩封	氩封	无氩封	氩封	无氩封
钢包喂线后	47.9	47.8	2.58	2.55		
中间包	52.3	66.7	3.20	3.93		
结晶器	57.9	72.1				
铸坯					27.9	49.3

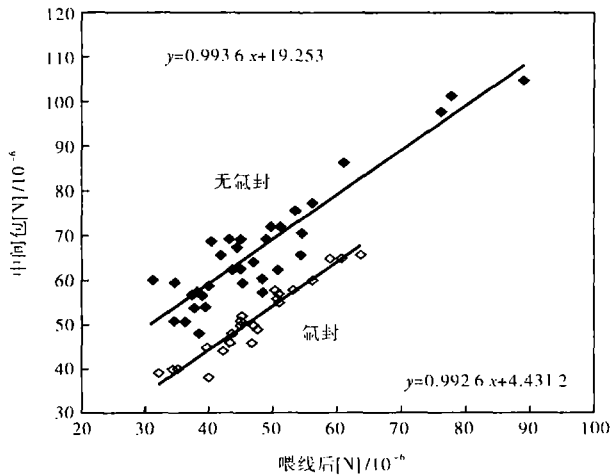


图1 长水口浇铸有、无氩封时喂线后钢包和中间包中钢水氮含量关系

Fig. 1 Relation of nitrogen content in molten steel in ladle after feeding wire and in tundish by long nozzle casting with and without shielding argon gas

表3 长水口浇铸有、无氩封中间包覆盖剂成分对比/%
Table 3 Comparison of ingredient of tundish covering flux by long nozzle casting with and without shielding argon gas / %

项目	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO
原料	7.68	41.83	14.96	9.38
无氩封	18.47	34.54	29.90	12.19
氩封	13.37~13.96	32.28~33.45	17.36~21.65	10.62~10.68

分析,比较结果见表3。由表3可见,未氩封时,Al₂O₃为18.47%,氩封后Al₂O₃为13.37%和13.96%,其它氧化物也都降低;覆盖剂中吸收的Al₂O₃等氧化物量明显减少,说明中间包钢水中氧化物夹杂比无氩封时明显减少,氩封保护效果明显。

2.3 铸坯全氧和电解夹杂含量

未采用氩封时,铸坯中全氧含量平均为 49.3×10^{-6} ;采用氩封后,铸坯全氧含量降为 27.9×10^{-6} ,降幅高达43.4%(表2)。

采用氩封后夹杂物总量从 29.7×10^{-6} 降到了 14.8×10^{-6} ,降幅为50.2%;Al₂O₃分量夹杂也降低约50%,MnO、SiO₂等分量也都有不同程度的降低(表4)。

表4 有、无氩封铸坯中电解夹杂物总含量对比/ 10^{-6}
Table 4 Comparison of total electrolysis inclusion content in billet casting with and without shielding argon gas / 10^{-6}

夹杂物总量	无氩封	氩封
波动范围	28~110	13~16
平均值	29.7	14.8

2.4 车轮高倍及无损探伤检验

由于钢中存在晶界氧化夹杂物,致使车轮锻坯在锻造中出现锻裂。由于夹杂物和基体金属的线膨胀系数不等产生的热应力,可使车轮锻件内产生微小裂纹,甚至导致车轮锻件淬火开裂^[3]。

用氩封生产的车轮轮箍钢的高倍级别明显降低,B类夹杂尤其明显。采用氩封后,B类夹杂主要为0级和部分0.5级;而无氩封时,B类夹杂主要是0.5级和1级。车轮成品探伤废品也由氩封前的1.6‰降到了0.4‰(氩封后)。车轮合格率由氩封前的98.6%提高到99.5%。

2.5 力学性能检验

对有、无氩封的车轮分别取样进行常规力学性能检验,结果见表5。由表5可见,采用氩封后车轮的抗拉强度、延伸率、断面收缩率、冲击功等都较未采用前有明显提高;抗拉强度由1 023 MPa提高到1 038 MPa,延伸率由14.39%提高到16.67%,断面收缩率由26.26%增加为33.22%,冲击功由21.53 J提高到31.04 J。车轮的综合性能显著提高。

表5 有、无氩封的车轮力学性能比较
Table 5 Comparison of mechanical properties of finished wheel of steel casting with and without shielding argon gas

项目	抗拉强度/ MPa	延伸率/ %	断面收缩率/ %	冲击功/ J
氩封	1 038	16.67	33.22	31.04
无氩封	1 023	14.39	26.26	21.53

3 结语

(1)采用氩封保护浇铸,可显著降低钢中气体和非金属夹杂物含量。车轮合格率由氩封前的98.6%提高到99.5%。

(2)采用氩封保护浇铸后,车轮的抗拉强度、延伸率、断面收缩率以及冲击功等性能都明显提高,车轮的综合性能得到显著改善。

参考文献

- Hudd, R C. Some Aspects of the Annealing of Low Carbon Strip Steel. *Metals and Materials*, 1987, 3(2): 71
- Morrison W B, Nitrogen in the Steel Product. *Ironmaking and Steelmaking*, 1989, 16(2): 12
- 康大韬. 大型锻件材料及热处理. 北京: 龙门书局出版社, 1998

吴宗双(1972-),男,工程师,1998年北京科技大学钢铁冶金专业毕业,炼钢连铸技术研究和产品开发。