新型锻造斗齿用钢研发[*1]

周 彦,白国军

(内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章通过实验室试验,研究了Cr、Mo、V合金化对斗齿用钢淬透性的影响和分析,试验结果表明采用Cr、Mo、V合金化在提高钢的淬透性方面,尤其在J19 mm后的末端淬透性硬度明显趋缓。

关键词: 合金化; 淬透性; 斗齿钢

中图分类号: TG115.6 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)02-0066-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.02.018

Research and Development of New Type Steel for Forging Bucket Teeth

ZHOU Yan, BAI Guo-jun

(*Technical Center of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Inner Mongolia, China*)

Abstract: Through laboratory tests, the influence and analysis of Cr, Mo and V alloying on hardenability of bucket teeth steel are studied. The test results show that Cr, Mo and V alloying for improving the hardenability of steel, especially after J19 mm, the hardness of end hardenability obviously slows down.

Key words: alloying; hardenability; steel for forging bucket teeth

斗齿一般装在挖掘机铲斗的前端,系悬臂梁构件,是采掘作业中被大量消耗的易损配件,因工作条件恶劣,失效方式多数为磨损,少数发生断裂。国内斗齿材料[1]最常用的为高锰钢且多为铸造成型,它存在着使用寿命低,抗断裂能力差的问题。本文主要根据斗齿用钢锻造性能要求,进行设计成分,实现可连铸生产,进而降低斗齿用钢生产成本。

1 斗齿用钢的技术条件

为了保证斗齿用钢的耐磨性,其硬度要求高,表征耐磨性主要体现为钢的末端淬透性,斗齿热轧圆钢使用直径在Φ100~Φ150 mm,经过末端淬火的具体要求见表1。

表1 斗齿用钢末端淬透性要求

端淬距离/mm	端淬硬度HRC	
	最大	最小
J1.5	57	49
J8	53	46
J19	37	28

针对表1中末端淬透性的要求,通过技术分析和用户协商,设计成分见表2。

* 收稿日期:2017-09-05

作者简介:周 彦(1980-),男,内蒙古赤峰市人,硕士,工程师,现从事钢轨新产品开发工作。

表 2　设计化学成分(质量分数)　%

C	Si	Mn	P	S	B	Cr	Mo	V	Al
0.28 ~ 0.34	0.17 ~ 0.37	1.30 ~ 2.00	≤0.02	≤0.03	0.001 ~ 0.003	1.1 ~ 1.5	0.1 ~ 0.3	0.08 ~ 0.15	0.015 ~ 0.045

2　实验室研究

2.1　实验室模拟试验研究

考虑满足斗齿用钢淬透性指标的同时,兼顾生产成本的要求,在实验室进行了 Cr、Mo、V 合金元素对斗齿用钢淬透性的影响试验。采用 25 kg 中频感应炉冶炼 3 炉试验钢进行对比分析,冶炼成分见表 3 和表 4。

表 3　小炉试验钢化学成份(质量分数)　%

炉号	C	Si	Mn	P	S	Al	B	V	Cr	Mo
1	0.28	0.20	1.40	0.020	0.014	0.033	0.001 8	0.09	1.15	0.21
2	0.30	0.24	1.55	0.016	0.019	0.025	0.002 2	0.12	1.23	0.29
3	0.32	0.30	1.80	0.016	0.016	0.037	0.001 8	0.15	1.45	0.38

表 4　气体含量单位份　$\times 10^{-6}$

试样	O	N
1#	35	72
2#	27	75
3#	30	69

根据斗齿用钢技术条件钢中 [O] 含量 $\leq 30 \times 10^{-6}$, [N] 含量 $\leq 80 \times 10^{-6}$,小炉试验气体含量能够满足技术条件要求。

2.2　热处理试验

将钢锭锻造成 Φ40 mm 圆钢,试样圆钢先进行正火热处理(正火热处理工艺见表 5),然后加工成端淬试样,进行末端端淬热处理[2](淬火热处理工艺见表 6)。

表 5　正火热处理工艺

正火温度/℃	加热时间/min	保温时间/min	正火介质
870 ± 10	60	45	油

表 6　淬火热处理工艺

淬火温度/℃	加热时间/min	保温时间/min	淬火介质
850 ± 5	60	45	水

2.3　末端淬透性实验结果及分析

将 3 炉试验钢每炉加工 3 个试样进行末端淬火,将同一炉号试验钢的末端淬透性硬度取平均值,3 炉试验钢末端淬透性实测检验结果见表 7。

表 7　试验钢淬透性结果(硬度 HRC)

炉号	1.5 mm	3 mm	5 mm	7 mm	9 mm	11 mm	13 mm	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm
1	54.1	54.5	53.5	53.4	53.5	53.4	53.2	52.9	52.6	52.0	52.0
2	53.2	54.2	53.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.8	52.4	52.1	51.4
3	53.8	53.7	53.4	53.3	53.2	53..0	52.6	52.8	52.6	52.6	52.5

从试验钢的末端淬透性曲线来看,3 炉钢的末端淬透性能实验结果均能够满足用户要求(如图 1 所示)。结合表 3 和表 4 的化学成分和气体含量,由于 3# 试样中 V、Al 的同时加入减少了钢中的 B 与残余钢中的 O、N 结合,提高了 B 在钢中的固溶度进而提高有效 B 的作用。

根据实验结果及技术分析,考虑稳定性与经济性,确定首批生产试制斗齿用钢采用 2# 设计成分,如试制结果能够满足用户要求后,再进行成分的优化,进而进一步降低生产成本。

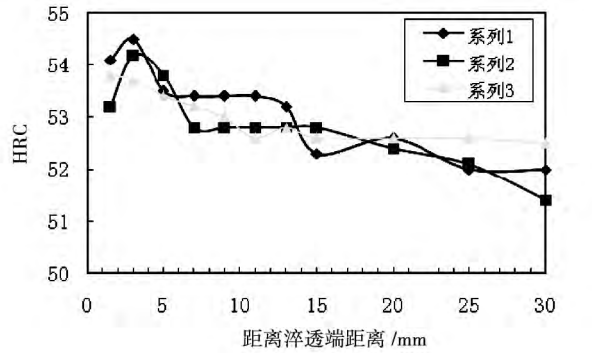


图1 试验钢末端淬透性曲线

2.4 力学性能

试验圆钢在850 ℃左右淬火后，在450 ℃左右回火，测定各试验钢的力学性能和冲击性能，结果见表8和表9，检验结果表明满足用户技术协议要求。

表8 试验钢拉伸试验

试样	$R_{p0.2}$/MPa	R_m/MPa	A/%	Z/%
1	1 190	1 303	12.00	47
2	1 204	1 311	11.00	49
3	1 180	1 290	11.5	50
技术协议要求	≥780	≥980	≥10	≥38

表9 夏比冲击试验

试样	冲击功/J		
1	30	40	35
2	31	35	39
3	32	29	37
技术协议要求	≥22		

3 试样验证试验

为了验证试验钢是否能够满足用户锻造使用要求，试验采用100 kg真空感应炉冶炼一炉试验钢，轧制成100 mm厚的试样，取100 mm×300 mm送往用户试锻造，锻造后斗齿检验的各项性能满足用户要求，达到了锻造用钢的技术要求。

4 结论

(1) 试验钢的成分设计合理且满足用户要求，试验钢的末端淬透性满足技术协议要求。

(2) 通过用户试样锻造验证，表明该钢种能够满足用户锻造使用要求。

参 考 文 献

[1] 祈兮. 十一种工程机械用新材料的研制和应用(二) [J]. 工程机械与维修，1997，(10)：10－11.

[2] 程巨强. 新型贝氏体铸钢回火热处理组织和性能的研究 [J]. 铸造技术，2005，6(26)：462－464.