保淬透性含硼易切削钢的生产实践*[1]

谭晓东,涛 雅,周 彦

(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: 通过微合金化、制定严谨合理的生产工艺、钢水的窄成分控制等一系列措施,提高 Y37MnCrBS 易切削钢的淬透性,使钢材各项性能均满足技术条件要求,同时使包钢生产的 Y37MnCrBS 易切削钢各项性能指标达到同行业水平。

关键词: 保淬透性; 易切削钢; Y37MnCrBS

中图分类号: TG142.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2019)02 - 0054 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.02.016

Production Practice of Boracic Free - cutting Steel Maintaining Hardenability

Tan Xiao - dong, Tao Ya, Zhou Yan

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

Abstract: The hardenability of Y37MnCrBS steel is improved through a series of measures such as micro - alloying, formulating rigorous and reasonable manufacturing technique as well as controlling narrow component of molten steel to make all the properties of steel could meet the requirements of technical condition and all the performance indexes of Y37MnCrBS free - cutting steel produced by Baotou Steel could reach the level of the same industry.

Key words: maintain hardenability; free - cutting steel; Y37MnCrBS

随着我国汽车工业的快速发展,汽车用易切削钢的需求量越来越大,主要用于制造汽车零部件[1-2]。采用短流程冶炼生产的含硫易切削钢主要应用在汽车、工程机械等行业。钢中增硫可明显改善钢材的可切削性,不仅降低切削力与切削温度,明显提高刀具寿命,而且还降低零件的表面粗糙度,改善断屑处理性能等。近年来随着汽车工业的发展,含硫易切削钢的需求不断增长,这些钢绝大部分要求有较窄的淬透性带,成分内控范围较窄且均匀性要求严格。由于硫易切削钢用途广泛、生产成本低[3],且作为含铅易切削钢的替代品经济环保,近年来得到了快速发展,硫易切削钢的可切削性随硫质量分数的增多而改善。硫易切削钢中硫的质量分数不同,可分为低硫钢 w[S]:0.015% ~ 0.030 %、中硫钢 w[S]:0.040 % ~ 0.090 % 和高硫钢 w[S]:0.10% ~ 0.30%。本文主要研究了低硫易切削钢 Y37MnCrBS 的生产实践。

1 工业试制

1.1 化学成分

用户要求 Y37MnCrBS 产品的加工塑性和韧性满足技术要求,包钢通过控制 C、Mn 及微合金元素

* 收稿日期: 2019 - 01 - 08

作者简介: 谭晓东(1984 -),男,内蒙古丰镇市人,硕士,工程师,现从事中试实验工作。

中国知网 https://www.cnki.net

来满足用户的技术要求。而 Y37MnCrBS 最关键的是淬透性，所以添加 B 来提高钢质的淬透性，来满足用户对淬透性的要求。Y37MnCrBS 成分要求见表 1。

表 1　Y37MnCrBS 化学成分(质量分数)　%

C	Si	Mn	P	S	B	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	V	Al
0.30～0.40	0.10～0.40	1.00～1.40	≤0.020	0.010～0.030	0.001～0.004	0.20～0.10	≤0.30	≤0.30	≤0.30	≤0.060	≤0.15	0.010～0.045

1.2　工艺路线

转炉冶炼—LF 精炼—VD 真空处理—R12 m 连铸(Φ270 mm)—堆垛缓冷—加热—轧制—堆垛缓冷—检验—发货

1.3　冶炼过程

采用 120 t 复吹转炉生产硫易切削钢 Y37MnCrBS，为降低钢中初始氧含量，转炉终点应采用高拉碳为宜，但在实际操作中，因铁水中磷含量较高，为了在转炉工位脱磷，不得不增加吹氧，致使低碳出钢。此外，转炉出钢下渣控制难度较大，这对生产硫易切削钢 Y37MnCrBS 的洁净度提高是不利条件，为减少出钢过程下渣，出钢前在出钢口进行挡渣。LF 炉精炼全程应白渣操作，在精炼工序主要采取了优化精炼渣系、控制合适的硫含量及精炼结束的软吹时间等措施。采用加铝线强制沉淀脱氧工艺，精炼达到白渣操作，来保证钢水成分，LF 后期后喂入硫线。

VD 真空处理可促进渣、钢的反应，加速钢、渣间的物质传递，有利于脱氧、脱硫、去除非金属夹杂物，均匀钢液成分及温度。VD 处理结束以后进行充分的软吹，软吹氩搅拌钢液是在钢水经 VD 处理后，在不裸露钢液的前提下低强度搅拌。它一方面使钙处理对硫化物变性处理得以充分进行；另一方面，由于搅拌改善了硫化物夹杂上浮的动力学条件，提高了炉渣对夹杂物的吸附能力，从而使硫化物夹杂级别得以降低，对降低钢水硫化物小于 2.0 级别非常有利。

锻造用钢要求连铸钢中 $w[H] < 2.5 \times 10^{-6}$，$w[O] < 20 \times 10^{-6}$，$w[N] < 80 \times 10^{-6}$，尤其钢中氮控制过高，会极大地影响硼对提高钢材淬透性的发挥，为了保证钢材的末端淬火性能，必须采取有效措施控制钢中气体 $w[N]$。

连铸采用保护浇注，并控制钢液温度及稳定拉速。大包采用保护套管并通氩气进行保护，中包采用保护套管进行保护，防止钢水二次氧化。为有效控制钢的低倍质量，加强了连铸中包过热度的控制，要求过热度控制在 30 ℃以内，采用结晶器电磁搅拌。

1.4　轧制过程

连铸坯加热前期及预热段温度≤900 ℃，加热段温度为 1 200 ℃，并保持加热均匀，加热时间大于 3 小时。钢坯开轧温度为≥1 150 ℃，终轧温度≥930 ℃。热锯后圆钢下线采取堆垛缓冷，避开风口堆放，缓冷时间大于 36 h。

2　结果分析

首批工业试验 Y37MnCrBS 圆钢的化学成分、低倍组织均符合技术协议要求，其他检验相关性能如下：

(1) 末端淬透性。首批工业试验 Y37MnCrBS 圆钢淬透性，圆钢 920～950 ℃正火后，加工成端淬试样后进行900～940 ℃淬火，4 组末端淬透性结果表 2，Y37MnCrBS 圆钢末端淬透性符合要求。

表 2　末端淬透性结果　mm

编号	J1.5	J7	J11	J20
1#	50.5	47.0	45.1	39.1
2#	53.9	48.2	47.1	37.5
3#	52.1	47.2	47.0	38.2
4#	52.2	48.3	47.5	38.2
技术协议	51～57	47	45	36～45

(2) 钢材按 ASTM E45A 法检验非金属夹杂物，晶粒度及非金属夹杂物结果见表 3，夹杂物级别最大 2 级，满足技术协议要求。

(3) 力学性能。首批工业试制后，将试样进行热处理，圆钢的热处理工艺为：850～880 ℃淬火(油淬)，在480～520 ℃回火(油淬或水淬)。对热处理后的 4 组试样进行力学性能检验，检验结果见表 4。检验结果均满足协议要求。

中国知网　https://www.cnki.net

表3 晶粒度及非金属夹杂物结果 级

项目		晶粒度	A类		B类		C类		D类	
			粗	细	粗	细	粗	细	粗	细
实测	最小	5.5		1.5		0		0		0.5
	最大	7.5		2.0		0.5		1.0		1.0
技术协议			≤3.0	≤2.0	≤2.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤1.5

表4 圆钢力学性能

编号	$R_{p0.2}$/MPa	R_m/MPa	A/%	Z/%
1#	973	1 065	12.5	58
2#	995	1 070	13.5	57
3#	1 040	1 130	13.5	59
4#	1 020	1 110	13.0	55
协议要求	850	950	12	45

表5 成品构件表面硬度

编号	洛氏硬度(HRC)		
1#	186	187	186
2#	189	187	191

(4) 将钢材退火或高温回火后，检验其试样表面硬度，2组试样的表面硬度见表5。

(5) 热顶锻。热轧圆钢按GB/T 233标准进行热顶锻检验，热顶锻后的试样高度为原试样高度的1/3，顶锻后试样上没有裂口和裂缝，热顶锻全部合格，一次热顶锻合格率达到100%，见图1。

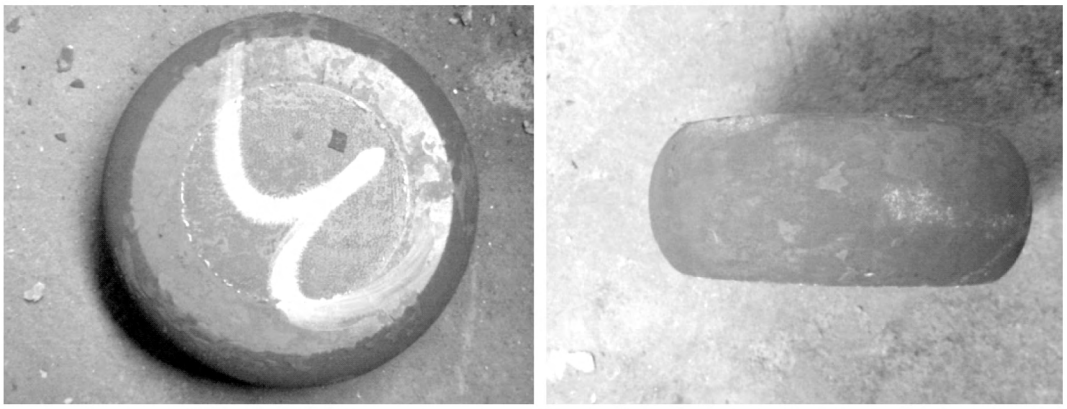


图1 热顶锻实物

4 结束语

包钢通过转炉冶炼—LF精炼—VD真空处理—R12 m连铸(Φ270 mm)—堆垛缓冷—加热—轧制工艺生产Y37MnCrBS易切削钢，化学成分实现了窄成分控制，非金属夹杂物、晶粒度、金相组织达到了预期的目的，热轧圆钢的表面质量和低倍组织较好。通过制定合理的热处理工艺，保证末端淬透性满足技术协议要求。在用户使用过程中，包钢生产的Y37MnCrBS易切削钢满足各项技术要求，得到了用户的认可。

参 考 文 献

[1] 周英豪，袁仁平，郭蜀伟. Y45S20易切削钢连铸坯的生产实践[J]. 特殊钢，2003，24(3)：52－53.

[2] 张铁军，李培杰，崔学成，等. 用喂线法控制增硫生产含硫易切削钢技术[J]. 机械工程材料，2005，29(5)：30－32.

[3] 李洪波，曾四宝，王芳. 低碳高硫易切削钢冶炼工艺分析[J]. 山东冶金，2010，32(2)：55－56.

中国知网 https://www.cnki.net