酸洗对汽车大梁钢 BT610L 组织及性能的影响

郭冬青,张秀飞,杨维宇,魏 淼

(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: 文章对高强度汽车大梁用钢 BT610L 热轧板与热轧酸洗板组织与性能进行比较,结果表明: 经过酸洗工序后晶粒明显细化,其组织为少量珠光体弥散分布在细小的铁素体基体上,晶粒度 10.0 级; 酸洗后屈服强度与抗拉强度均提高,延伸率下降; 在不同系列温度下进行冲击试验,酸洗板比热轧板的系列冲击韧性值要低,断口形貌均为韧窝状断口。

关键词: 热轧酸洗板; 晶粒细化; 力学性能; 冲击韧性

中图分类号: TG335 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2018)06 - 0051 - 04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.06.014

Effects of Pickling on Microstructure and Properties of Steel for Automobile Frame BT610L

Guo Dong - qing, Zhang Xiu - fei, Yang Wei - yu, Wei Miao

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

Abstract: In this paper, the microstructure and properties of high - strength steel for automobile frame BT610L hot rolled plate and hot rolled pickling plate are compared. The results showed that the grains were refined obviously, the microstructure was the dispersed distribution of a small amount of pearlite on fine ferrite matrix and the grain size was grade of 10.0, the yield strength and tensile strength were increased as well as the elongation was decreased after the pickling process; the impact tests were carried out at different temperatures, the impact toughness value of pickling plate was lower than that of hot rolled plate and their fracture morphologies were both dimple shape fracture.

Key words: hot rolled pickling plate; grain refinement; mechanical properties; impact toughness

热轧酸洗板是一个具有发展潜质的钢材品种,以其较高的性价比、优良的表面质量和稳定的性能替代很多冷轧和热轧产品。热轧酸洗板已逐渐为广大汽车用户所认可,逐步形成了热轧酸洗板市场。目前市场热轧酸洗板需求主要集中在汽车行业、压缩机行业、机械制造行业、零配加工行业及各种形状的冲压件等。随着汽车行业用高强度热轧板用量增加的趋势,高强度热轧板也得到很大发展,高强度、大厚度和高表面质量的热轧酸洗板需求呈大的增长态势,如汽车横梁、纵梁和车轮等[1]。酸洗板的特殊特性决定了其对表面质量要求非常高,不允许有轻微程度以上的氧化铁皮、压痕、擦划伤类缺陷,还需满足用户的某些特殊要求。包钢稀土钢板材厂汽车大梁钢 BT610L 热轧酸洗板属于高强钢,用于要求良好成形加工性能并

收稿日期: 2018 - 03 - 01

作者简介: 郭冬青(1988 -),女,内蒙古乌兰察布市人,硕士,工程师,现从事板带材新产品研发工作。

有高强度要求的汽车横梁、纵梁等汽车结构件。本文主要对热轧和经酸洗工序后汽车大梁钢BT610L组织与性能进行对比及分析。

1 化学成分和生产工艺

BT610L热轧酸洗板的强度是通过微合金化和控轧控冷工艺来实现的，其生产工艺流程为：铁水预处理→转炉冶炼→LF精炼→板坯连铸→加热炉→粗轧→精轧→层流冷却→卷取→取样、检验→酸洗开卷→焊接→拉矫→酸洗→漂洗→烘干→平整→包装→入库。

1.1 化学成分

w[C]控制在0.12%以下，同时钢中加入适量的Mn，以减轻S的有害作用，同时Mn还能降低相变点，有利于细化铁素体晶粒[2]。在低碳锰钢的基础上，加入适量的Nb和Ti，Nb和C、N有较强的结合力，因而能细化晶粒，同时Nb可以扩大奥氏体未再结晶区的温度范围，使得更多的轧制变形在奥氏体未再结晶区进行，可以提高铁素体形核率；Ti在钢中易与C形成TiC，能细化晶粒。总之，Nb、Ti的复合添加可以抑制奥氏体的再结晶，提高铁素体的形核率和长大速率，加速铁素体相变，能够达到细化晶粒的目的[3-5]。对于汽车大梁钢来讲，控制钢水的洁净度十分重要，w[S]、w[P]必须严格控制，改善钢材的冷弯和冲击性能。表1列出了BT610L热轧酸洗板的化学成分。

表1 BT610L热轧酸洗板化学成分(质量分数) %

C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti
0.05~0.12	≤0.50	≤1.70	≤0.025	≤0.015	≤0.090	≤0.15

1.2 轧制工艺

根据热轧酸洗板BT610L的性能要求，结合包钢2 250 mm热轧生产线的设备能力和生产条件，主要加热轧制冷却工艺见表2。终轧温度和卷取温度是热轧带钢控制轧制和控制冷却的主要参数，精轧终轧温度范围为850~875 ℃，层冷模式为前段冷却，卷取温度范围为585~650 ℃，工艺较稳定，为批量生产具有指导意义。

表2 主要加热轧制冷却工艺

板坯厚度/mm	出炉温度/℃	均热时间/min	在炉时间/min	终轧温度/℃	冷却方式	卷取温度/℃
230	1190	30~60	180~240	860±15	前段冷却	610±20

1.3 热轧及酸洗工序

随着市场竞争日益激烈，用户对酸洗板表面提出了越来越高的要求，为了保证带钢具有良好的板形及表面质量，首先经过热轧工序，然后经过酸洗工序。包钢稀土钢板材厂酸洗机组定位高强厚板热轧酸洗产品，酸洗机组的年设计生产能力120万t，最大厚度为8.0 mm，强度级别780 MPa。酸洗工序主要流程：酸洗开卷→焊接→拉矫→酸洗→漂洗→烘干→平整→切边→涂油→卷取→称重→标识→打捆→包装→入库。

2 热轧酸洗板组织与性能

2.1 组织分析

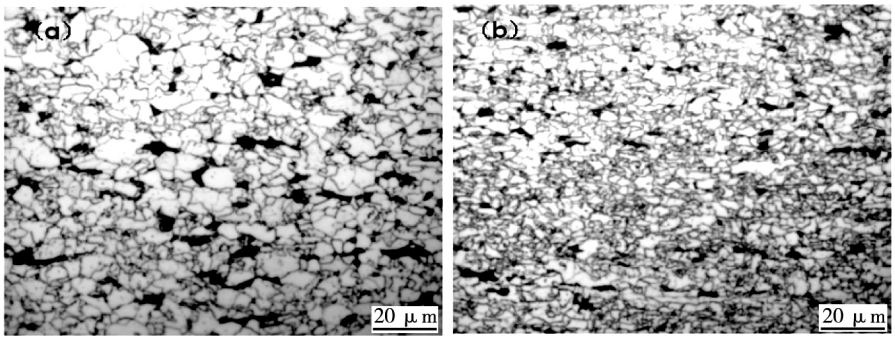
对汽车大梁钢BT610L热轧板与热轧酸洗板取样，进行组织观察，如图1所示。其组织均为细小、均匀分布的铁素体，少量珠光体弥散分布在铁素体基体上，热轧板和热轧酸洗板晶粒度评级分别为9.0级和10.0级。经过酸洗各工序后晶粒明显细化，钢板在酸洗前经过拉矫和平整工序，这两个过程中的变形都属于冷变形过程，随着外形的改变，其内部的晶粒形状也大体上发生相应的变化，即都沿着最大主变形的方向被拉长、拉细或压扁，钢板在平整的过程中，钢板表面和平整机工作辊间产生较大的的摩擦力，这样就使钢板表面晶粒的剪切变形增大，导致晶粒细小[6]。

2.2 力学性能分析

对所生产的汽车大梁钢BT610L热轧板与热轧酸洗板在WAW-600C拉伸试验机进行力学性能检测，表3列出了力学性能范围，酸洗后屈服强度与抗拉强度分别提高50~76 MPa、43~68 MPa，延伸率下降1%~2%，性能控制稳定，热轧酸洗钢板性能满足标准要求。

表3 BT610L热轧板与酸洗板力学性能控制水平(横向)

名称	R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A/%
热轧板	505~520	581~585	26.0~27.0
酸洗板	555~596	624~653	24.0~26.0
标准要求[7]	≥500	550~700	≥18.0



（a）热轧板　　（b）酸洗板

图 1　金相组织

2.3　冲击韧性

为保证大梁钢 BT610L 能够在低温环境下服役，分别在热轧板和酸洗板中部取横向试样，加工成 5.0 mm×10.0 mm×5.0 mm 的 V 型缺口半尺寸试样，在 NI750 冲击试验机进行 20 ℃、0 ℃、－20 ℃、－40 ℃、－60 ℃系列冲击试验，热轧板与酸洗板系列温度冲击韧性如图 2 所示，可以看出热轧板与酸洗板韧脆性转变温度要低于 －60℃，低温冲击韧性良好，在 20 ℃、0 ℃、－20 ℃、－40 ℃、－60 ℃不同温度下，酸洗板冲击功要比热轧板的冲击功值分别降低 22.9%、28.3%、19.5%、21.6%、26.4%。在酸洗过程之前要经过拉矫，钢板会产生一定的加工硬化作用，组织内高密度位错缠结和孪晶的出现，位错在孪晶界面塞积以及孪晶带的交截处有可能产生应变集中，从而使进一步塑变受阻形成裂纹的核心，因此，进行系列冲击试验酸洗板比热轧板的冲击韧性值要低。热轧板与酸洗板冲击后的断口试样经扫描电镜观察如图 3 所示，断口形貌均为韧窝断口。

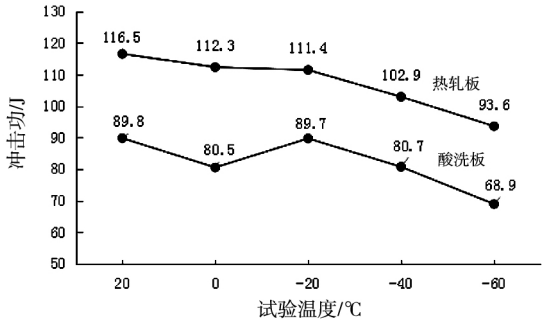
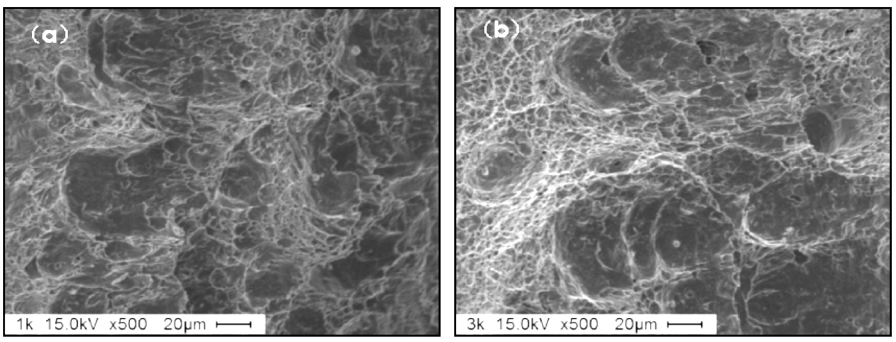


图 2　热轧板与酸洗板系列温度冲击韧性



（a）热轧板　　（b）酸洗板

图 3　冲击断口形貌

3　结论

(1) 采用 Nb、Ti 复合微合金化及合理的热轧工艺，所试制的汽车大梁钢 BT610L 热轧酸洗板组织为细小的铁素体基体上弥散分布少量的珠光体，晶粒度 10.0 级，比热轧板组织要细小。

(2) 热轧酸洗汽车大梁钢 BT610L 力学性能控制稳定,经酸洗工序后屈服强度与抗拉强度分别提高 50 ~ 76 MPa、43 ~ 68 MPa,延伸率下降 1% ~ 2%,热轧酸洗板性能满足标准要求。

(3) 酸洗工序之前要经过拉矫工序,钢板会产生一定的加工硬化作用,在 20 ℃、0 ℃、- 20 ℃、- 40 ℃、- 60 ℃不同系列温度下,酸洗板的冲击功要比热轧板的冲击功值分别降低 22.9%、28.3%、19.5%、21.6%、26.4%,且冲击断口形貌均为韧窝状断口。

(4) 结合包钢稀土钢板材厂酸洗机组全流程生产设备特点,开发试制的汽车大梁钢 BT610L 热轧酸洗板能够满足汽车生产厂家的使用。

参 考 文 献

[1] 陈永和,周铭,顾卫伟. 国内外酸洗热轧板的生产及发展[J]. 上海金属,2007,(5):71 - 81.

[2] 孟延军. 轧钢基础知识[M]. 北京: 冶金工业出版社,2005.

[3] 陈连生,那顺桑,狄国标,等. 热轧冷却工艺对 Nb - Ti 微合金双相钢组织和性能的影响[J]. 特殊钢,2007,28(5):10 - 12.

[4] 代晓莉,范建文,谢瑞萍,等. Nb - Ti 微合金化钢板的试制[J]. 轧钢,2005,22(1):11 - 13.

[5] 焦金华. 薄板坯连铸连轧生产 X70 管线钢的生产试验[J]. 轧钢,2008,25(1):52 - 54.

[6] 刘现翠,苏兰海,李忠富,等. 宝钢 2030 酸洗机组中拉矫机和平整机的延伸率分配[J]. 北京科技大学学报,2005,27(5):609 - 612.

[7] Q/BG 56—2014,汽车结构用热连轧钢带和钢板[S].

(上接第 50 页)

(4) 25 mm 厚度 Q890D 钢板最佳焊接工艺范围: 电流 230 ~ 280 A,电压 23.9 ~ 30.4 V,焊接速度为 33.3 ~ 46.7cm/min,热输入 E = 7.1 ~ 15.3 kJ/cm,富氩混合气体保护焊,气体流量为 20 L/min; 抗拉强度大于 990 MPa,屈服强度大于 920 MPa,延伸大于 17%,焊缝冲击大于 170 J,热影响区冲击大于 140 J。随着热输入量增加,焊接接头焊缝金属强度有所降低,延伸降低明显,焊接接头冲击韧性比较稳定。

(5) 焊接道间温度应控制在 120 ~ 190 ℃范围,焊后接头各项力学性能指标符合要求。当焊接道间温度高于 200 ℃时,各指标均有小幅度降低,但延伸率及冲击性能下降明显。

(6) 焊后热处理工艺试验结果表明: Q890D 焊后热处理最佳温度为 250 ~ 300 ℃,最高热处理温度不宜超过 400 ℃,以保证母材性能及焊接接头力学性能。

参 考 文 献

[1] GB/T 3969—1995,熔敷金属扩散氢测定方法[S].

[2] 曹良裕,魏战江. 钢的碳当量公式及其在焊接中的应用[J]. 材料开发与应用,1999,14(1):39 - 43.

[3] GB/T 4675.1—1984,斜 Y 型坡口焊接裂纹试验方法[S].